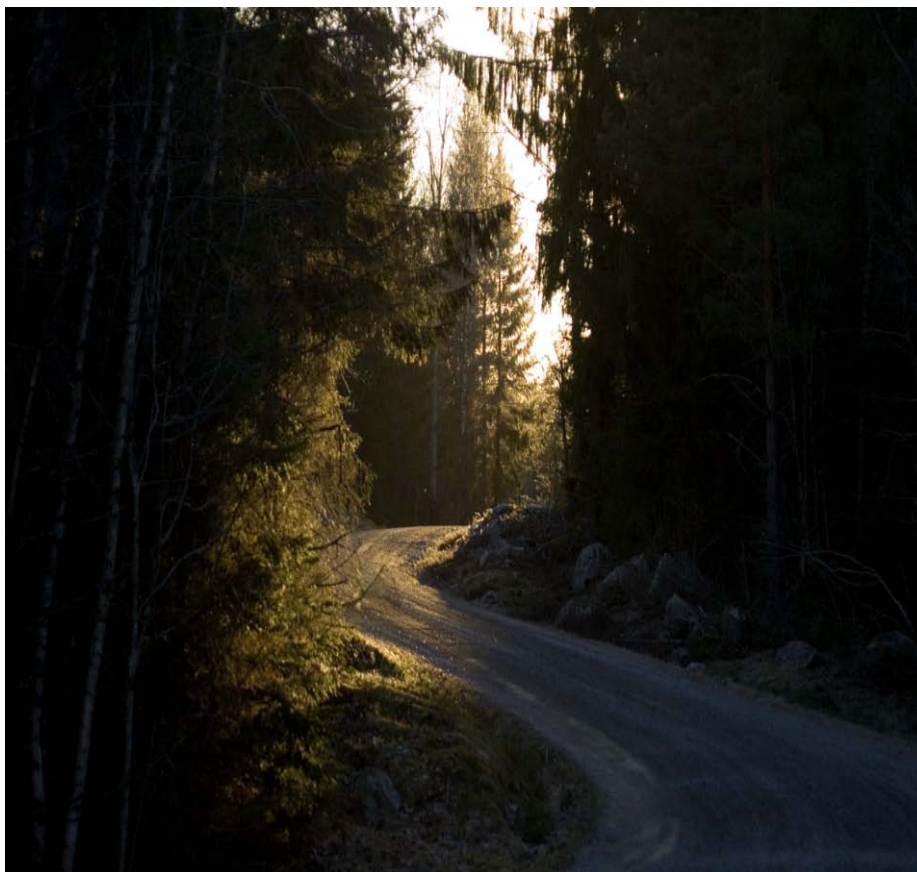




SKOGSMÄSTARPROGRAMMET
Examensarbete 2010:06

Slitage på skogsbilvägar vid virkestransporter

Wear on forest roads at timber transport



Magnus Eriksson

FÖRORD

Detta examensarbete är gjort under mitt sista studieår på Skogsmästarskolan i Skinnskatteberg. Examensarbetet är på C-nivå och 15 hp vilket motsvarar tio veckors studier. Arbetet har utförts på uppdrag av Stora Enso Skog i Falun. Jag vill rikta ett tack till Vegard Haanaes och alla andra på Stora Enso som hjälpt mig med detta. Jag vill även tacka Johan Granlund på Vectura som gjort det möjligt att utföra mätningarna samt skogsåkarna som ställt upp och utfört transporterna efter vägen.

Gagnef 2010-01-16
Magnus Eriksson

INNEHÅLL

1. ABSTRACT	5
2. INLEDNING	7
BAKGRUND	7
ALLMÄNT OM GRUSVÄGAR I SVERIGE	7
VÄGKLASSNING	8
EN VÄGS UPPBYGGNAD	9
SPÅRDJUPSMÄTNING	10
FÖR STUDIEN CENTRALA BEGREPP	11
SYFTE OCH FRÅGESTÄLLNINGAR	12
3. MATERIAL OCH METODER	13
FÖRBEREDELSE	13
VÄGSTRÄCKA	13
PROFILOGRAPHMÄTNING	14
RADAR	15
4. RESULTAT	17
HASTIGHET	17
MARKTEXTUR EFTER RINGVÄGEN	18
VÄDERFÖRHÅLLANDEN UNDER FÖRSÖKET	19
LASERMÄTNING AV VÄGBANA	19
MEGATEXTUR	24
IRI	26
TVÄRFALL	26
SAMMANFATTNING	28
5 RESULTAT AV ENKÄTUNDERSÖKNING	29
VÄGSTANDARD	29
KÖRSPÅRSVAL	30
HASTIGHET	31
6. DISKUSSION	35
HASTIGHETSMÄTNINGEN	35
SPÅRDJUPSMÄTNINGEN	35
MEGATEXTUR OCH IRI	36
IRI	36

TVÄRFALL	37
CHAUFFÖRERNAS REFLEKTIONER	37
SLUTSATSER AV UNDERSÖKNINGEN	38
VIDARE STUDIER	39
7. SAMMANFATTNING	41
<hr/>	
8 KÄLLFÖRTECKNING	43
<hr/>	
PUBLIKATIONER	43
INTERNETDOKUMENTATION	43
PERSONLIGA MEDDELANDEN	43
9 BILAGA	44
<hr/>	

1. ABSTRACT

This report discusses questions concerning wear on forest roads. The purpose of the work is to investigate if the wear on the roads will decrease when the speed limit gets lower for the trucks that transport the wood. A normal forest road, class B, was used in the study. In total 5000 m³f timber was transported on the road. Data about the road was measured with a profilograph car before and after the timber transport. Information about mark deep, IRI and texture was collected. The road was split in two parts, one with lower speed restriction than the other.

In conclusion there was no large wear difference between the two parts of the road. IRI was a little bit larger on the road where the speed limit was higher. The rut depth was almost the same before and after the test. One further result is that the mega texture was better after completing the transport than before.

2. INLEDNING

Bakgrund

Under min utbildning till skogsmästare ingår det att göra ett valfritt examensarbete på C-nivå (15 högskolepoäng). Eftersom jag bor i Dalarna, där Stora Enso har sitt huvudsäte kändes det naturligt att söka sig dit. Jag tog kontakt med Daniel Forsberg, skogschef på Stora Enso, som hjälpte mig med vidare kontakter inom företaget. Detta i sin tur ledde fram till att jag fick kontakt med Vegard Haanaes som arbetar med vägfrågor på Stora Enso. Han ville ha ett arbete utfört om slitaget på deras skogsbilvägar i samband med virkestransporter. Uppdraget kändes verkligen intressant vilket ledde till att jag tog på mig det.

Kostnaderna för upprustning av skogsbilvägar efter virkestransporterna inom skogsnäringen är stora. Frågan är om det finns någon möjlighet att på ett enkelt sätt sänka dessa kostnader vid virkestransporter med lastbil. En åtgärd skulle kunna vara att sänka hastigheten efter grusvägarna för lastbilarna. Detta kan leda till att trycket på vägbanan minskar och att spårdjup och vägstrukturförändringar hålls nere. I förlängningen kan det leda till en vägkropp som kan stoppa för fler transporter utan att riskera att gå sönder. Vidare skulle detta minimera tryck och spårskador på vägbanan och förhindra att överbyggnadsmaterial trycks ner, och blandar sig med undermaterialet. Åtgärden skulle alltså förbättra vägens bärighet även på sikt.

Eftersom skogsbilvägnätet till stor del redan finns färdigbyggt att användas i landet, och är utvecklat med andra normer beträffande trafiktäthet och bärighetskrav så är det svårt att förbereda alla vägar för de transporter som kommer att ske vid avverkningar runt om i landet.

Under mina förstudier på hur spårdjups- och hastighetsmätningar på grusvägar skulle utföras kontaktade jag flera olika firmor med inriktning på vägskötsel. Ett av företagen var Vectura, som är huvudleverantör av vägytemätningar åt Vägverket. Företaget har jobbat med vägmätningar och frågor kring vägar i många år och är en av de kunnigaste aktörerna i landet inom detta område. Man har bl.a. varit med och drivit en del av ett EU-projekt som heter Roadex. Där studerade de arbetsrelaterad ohälsa och säkerhetsrisker för lastbilschaufförer. Bland annat tittade man i projektet på hur chaufförernas dagliga exponering ser ut för helkroppsvibrationer, och hur ojämnheter på vägen får lastbilarna att kränga i sidled och bli en säkerhetsrisk. Roadex har bland annat prisats i Bryssel (Roadex, 2009, länk A). Jag hade förmånen att få Vecturas hjälp med att utföra mätningarna under detta examensarbete.

Allmänt om grusvägar i Sverige

Sveriges skogsbruk är i stort behov av funktionella skogsbilvägar. Nära 100 procent av allt virke som transporteras från skogen till industrin går på lastbil (Andersson & Westlund, 2008). Det finns ca 22 000 km statliga grusvägar, ca 74 000 km enskilda grusvägar och ca 210 000 km

skogsbilvägar i landet (Alzubaidi, 1999). Det kommer att ställas allt högre krav på att vägarna blir åtkomliga för transporter året runt i framtiden. Framför allt för att inte behöva lagra alltför stora mängder virke vid terminaler under tjällossningar och stora väderomslag. Virket ska kunna levereras direkt vid efterfrågan.

För att detta skall fungera krävs att skogsbilvägarna byggs efter svensk standard och underhålls regelbundet. Vidare krävs att all information om vägnätet uppdateras och blir inlagt i den Nationella VägDataBasen (NVDB). Detta är en databas som innehåller data om Sveriges alla vägar. Alla vägar följer en gemensam svensk standard. Databasen har skapats på uppdrag av regeringen. Datainsamlingen sker i samverkan med Vägverket, Lantmäteriet, Sveriges kommuner, samt skogsnäringen. Syftet med databasen är främst att alla skall kunna se vilka vägar som är tänkbara och tillgängliga att använda under olika förutsättningar, särskilt då för den tunga trafiken. Uppföljaren till denna databas för skogsnäringen heter Skoglig Nationell VägDataBas (SNVDB) och startades av SDC, SkogForsk samt representanter från skogsnäringen. Tanken är att man skall kunna optimera virkesflöden, väginvesteringar och körscheman. Främst för att göra besparingar både ekonomiskt, miljömässigt och trafiksäkerhetsmässigt (SDC, 2009, länk C).

Väglassning

När man bygger skogsbilvägar görs dessa i första hand för att transportera virke på. Att transportera virke med lastbil är betydligt billigare än att ha långa transporter med skogsmaskiner. Därför bygger man skogsbilvägarna efter en så kallad tillgänglighetsstandard. En standard som är klassad efter bärigheten på vägen, samt efter vilken hastighet som den är byggd att klara vid lastbilstransporter med bruttovikter på 60 ton och axel/boggitryck 10/18 ton.

Vägar som ligger längst ut på vägnäten, stickvägar från huvudvägnätet, byggs ofta med en lägre standardklass C beroende på att de inte trafikeras så ofta (personlig kommunikation, Persson, 2009). Det skulle bli väldigt dyrt att förstärka dem för den ringa användning de har. Däremot kräver huvudvägnäten, de större grusvägarna som används som genomfartsleder från stickvägarna av lastbilarna, en högre klass, klass B gärna även klass A. Detta framför allt för att kunna finnas tillgängliga just under tjällossning och hårda regnperioder. Därmed skall industrierna kunna använda sig av snabba förändringar i produktionen och slippa lagra så mycket virke vid terminaler.

Tabell 2.1 Skogsbrukets tillgänglighetsklasser på skogsbilvägar med 60 ton tungt ekipage.

Tillgänglighetsstandard	
Väglass	Farbar årstid
Klass A	Farbar hela året.
Klass B	Farbar hela året utom vid tjällossning.
Klass C	Farbar hela året utom under tjällossning och ihållande regnperioder.
Klass D	Farbar när det är tjälat.

Källa: Skogsbilvägar, SkogForsk, 1992.

Tabell 2.2 Skogsbilvägen dimensionerad för hastighet med 60 ton tungt ekipage.

Geometriskstandard	
Vägklass	Km/h
Klass 1	60
Klass 2	40
Klass 3	30
Klass 4	20 (inget egentligt slitlager)

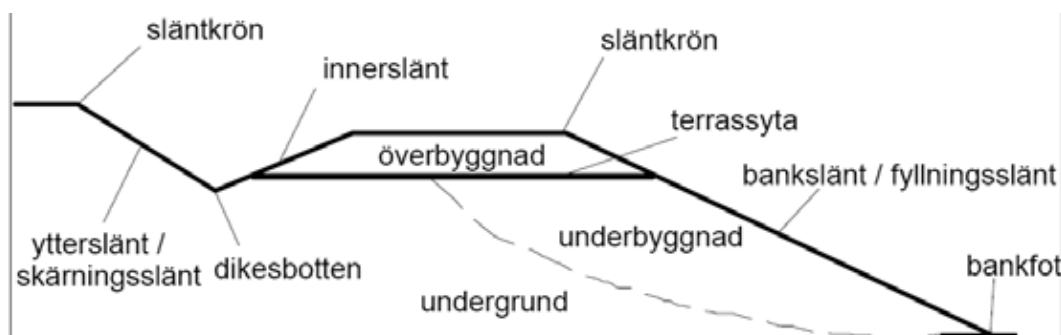
Källa: Skogsbilvägar, SkogForsk, 1992.

Den vanligaste klassen för skogsbilvägar idag är 3C. Den är dimensionerad för en körhastighet på 30 km/h, (detta med lastbil som är 24 meter lång och har en bruttovikt på 60 ton). Skogsbilvägen är farbar hela året utom under tjällossning och längre nederbördsperioder (SkogForsk, 1992).

En vägs uppbyggnad

Skogsbilvägar består först av en underbyggnad vilken utgörs av den naturliga marken som vägen byggs på (antingen schaktat eller oschaktat material). Ovanpå denna underbyggnad bygger man upp en terrass, vilken byggs av material från platsen. På terrassen lägger man sedan på fyllningsmassor i form av ett så kallat bärlager. Detta bärlager består oftast av krossat berg. Mängden bergkross är beroende av hur markens egenskaper ser ut, och vilken klass vägen skall hålla när den är klar.

Storleken på bergkrossen varierar efter bärigheten och består av olika storlekar som t.ex. 0 – 35 eller 0 – 50 mm vid normala förhållanden. Vid besvärligare områden måste man kanske gå upp på grövre bergkross 0 – 100 mm för att öka bärighet och fördela trycken från bildäcken bättre (SkogForsk, 1992). Ju finare jordart desto mer fyllning krävs för att uppfylla klassningskraven. Ovanpå bärlagret lägger man sedan ett slitlager av ett finare material, främst för att öka åkkomforten för de som kör bilarna, men även för att minimera risken för punkteringar.



Figur 2.1 En vägs uppbyggnad i profil.

Källa: Vägverket, 2005.

Vägens hållbarhet styrs framför allt av vägmateriens egenskaper och dräneringssystemets funktion. Detta i kombination med inverkan av trafik och klimat samt eventuella brister på drift- och underhållsåtgärder (Alzubaidi, 2002). Gunnar Beskow skrev redan i början på 30-talet om att grusvägarna utsätts för störst påfrestning vid två tillfällen. Det ena tillfället är när marken har en stor vattenkvot, som vid långvariga regnväder och tjällossningar. Det andra tillfället är vid mycket låg fuktighetshalt som uppstår under sommarens värmeböljor. Värmen leder till att materialet i ytan slits loss av trafiken och att det lätt bildas korrugeringsvågor tvärs över vägbanan (Beskow, 1934).

För att få en väg att hålla så länge som möjligt finns det inget som är så viktigt som att bygga upp rätt bombering av vägen och väl fungerande diken. En dåligt formad väg blir lätt full med potthål vid regn, medan en väl bomberad lutande vägbanan leder bort vattnet från vägytan och torkar upp den snabbt. Detta gör att den kan klara sig betydligt längre innan den behöver åtgärdas igen. Lämplig bombering på grusvägar är mellan tre och fem procent (Alzubaidi, 2002).

Spårdjupsmätning

Dagligen utförs vägytemätningar på våra vägar runt om i landet. Större delen av mätningarna görs med profilographbilar. Dessa bilar är utrustade med avancerade datautrustningar som kan samla upp data från vägbanan med hjälp av lasersensorer medan bilen följer trafikrytmen.

Av data som samlas in kan man bland annat läsa av:

- **Spårdjupet**, ojämnheter i tvärled på vägen.
- **IRI**, ett mått på ojämnheter i längdled, vilket kan leda till obehagliga vibrationer i fordon och ge onödigt fordonsslitage mm.
- **Tvärfallet**, vilket bland annat har med avvattningen av vägbanan att göra. För litet tvärfall riskerar ge vattenplaning, medan för stort kan leda till att man glider i diket vid halt väglag.
- **Texturen**, vilket påverkar väggreppet på vägbanan.
- **Påthåll och korrugeringar**, gropar och ojämnheter.

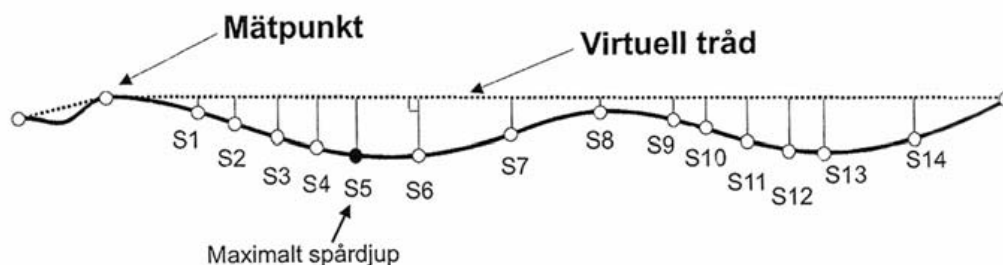
Dessutom kan man med hjälp av data få fram en tredimensionell bild av vägen som man kan gå in och tolka.

Profilographbilar är till mycket stor hjälp, just för att öka trafiksäkerheten på våra vägar i landet. Vägverket utför kontinuerligt lasermätningar på det statliga vägnätet. De mindre belastade vägarna mäts minst vart femte år medan de större mäts vartannat år. Vägverket mäter mellan 30 000 och 40 000 km vägbanan per år. Vägverkets huvudleverantör av vägnätsmätningar är Vectura (Personlig kommunikation, Granlund, 2009).

För studien centrala begrepp

Spårdjup

Spårdjupet utgörs av vägens ojämnhet i tvärled. Spårdjupet mäts med hjälp av Vägverkets så kallade trådmodell som illustreras av figuren nedan.



Figur 2.2 Trådprincipen.

Spårdjupet tas på det största av de rätvinkliga avstånden mellan vägytan och den tänkta tråden. Nytt värde på varje vägprofil var 100 mm, vilket i genomsnitt ger tio mätningar per meter. Mätningarna resulterar i att det maximala spårdjupet i mm kan registreras.

IRI, International Roughness Index

IRI är ett internationellt mått som beskriver ojämnhet i längdled (0,8 – 30 meter). IRI mäts i enheten mm/m och är ett datorsimulerat mått som jämför fjädringsrörelsen mellan hjul och chassi på ett simulerat fordon som kör i 80 km/h. Studier utförda av VTI (Väg- och Transportforsknings Institutet) visar på att det finns starka samband mellan olyckor och vägar med höga IRI-värden.

Tabell 2.3 Samband mellan IRI och färdkvalitet i tung lastbil vid 75 km/h (asfalterade vägar). Sambandet stämmer mindre bra vid hastigheter långt över samt långt under 75 km/h.

Färdkvalitet	IRI-värde mm/m
Något obehagligt	1
Ganska obehagligt	1,6
Obehagligt	2,5
Mycket obehagligt	3,9
Extremt obehagligt	6,3

(Källa: Personlig kommunikation, Granlund, 2009)

Megatextur

Megatexturen är ett mått på oönskade vägdefekter på mellan 50 och 500 mm. Det kan t.ex. handla om påthåll och korrugeringar (tvättbräda) på grusvägarna. Megatextur märks främst genom buller, vibrationer och smällande (knackande) i stötdämparnas flödesventiler på fordonen och påverkar trafikanternas färdkvalitet. Hög megatextur kan ge slitage på fordon. Megatexturen mäts i millimeter. Fin asfalt har ofta en megatextur på 0,1 – 0,4 mm, medans gatstens belagda vägar kan ha en megatextur på 6 mm. Megatextur skall ligga så nära noll som möjligt.

Tvärfall (bombering)

Med tvärfall avses lutning av vägbana tvärs färdriktning. Tvärfall finns bland annat för vattenavrinning och för att öka trafiksäkerheten. Tvärfallet mäts i procent. Lämplig lutning på grusvägar är mellan 3 och 5 procent.

Syfte och frågeställningar

Syftet med detta examensarbete är att se om det finns något samband mellan hastighet och slitage på skogsbilvägarna vid virkestransporter. Vidare syftar studien till att ta reda på hur timmerbilschaufförerna upplever grusvägarna och hastigheterna utifrån sin arbetssituation.

Mer precist skall följande frågor besvaras:

- Hur stor kommer den verkliga differensen att bli på medelhastigheten om man reglerar en del av skogsbilvägen till 30 km/h.
- Kommer vägens spår djup att ändras om hastigheten sänks på virkestransporterna?
- Hur ser det maximala spår djupet ut före och efter virkestransporterna?
- Hur ser megatextur och IRI ut på grusvägen före och efter virkestransporterna?
- Hur ser vägens tvärfall (bombering) ut allmänt.
- Hur upplever virkesbilschaufförerna att vägstandarden är? Brukar de variera körspår för att minimera spårskador vad skulle det betyda för deras arbetssituation om hastigheten sänktes på grusvägarna?

3. MATERIAL OCH METODER

Förberedelse

För att hitta en lämplig väg att göra mätningar på, tog jag hjälp från Stora Ensos lokala kontor i Falun och Vansbro. Vägen skulle vara en huvudväg med möjlighet att dela upp i två provsträckor. Det skulle finnas en större mängd ($3000 \text{ m}^3 \text{f}$) avverkat virke att transportera ut på vägen. Virket skulle transporteras med hjälp av gruppkörning, separatlastare och timmerbilar för att på så sätt öka slitaget på vägen med en intensiv trafik.

En avverkningstrakt i Nås (en by i Dalarna) passade in på uppdraget. Försöksvägen delades upp i två etapper. En etapp där lastbilarna skulle hålla 30 km/h och en andra etapp där de fick hålla valfri hastighet utan restriktioner. Den första etappen där lastbilarna skulle hålla 30 km/h markerades upp med 30-skyltar.

Vägsträcka



Figur 3.1 Karta över Ringvägen, Rödmarkerade = 30-sträckan, Grönmarkerade = fria sträckan. Total längd = 3100 meter.

Ringvägen, en grusväg som ligger i Nås och som är en samfällighetsväg användes till försöket. Vägen tillgänglighetsklassas som en B2-väg efter skogsbrukets normer. Det innebär att den är dimensionerad för lastbilar som är 24 meter långa och har en bruttovikt på maximalt 60 ton, samt ett axel/boggitryck på 10/18 ton. För dessa fordon skall vägen vara farbar året om utom under tjällossning, och hastighetsdimensionerad för 40 km/h (se tabell 2.1 och 2.2). Grusvägens huvuduppgift är att användas för virkestransporter, men den används även till viss del av sommarstugeägare.

De tre första kilometrarna på vägen användes till försöket. Denna vägsträcka mättes med profilographbil, både före virkestransporterna och efter avslutat transportarbete. Vägen hyvlades sex dagar innan profilographbilens mätning. Undergrunden och terrassens material bedömdes med hjälp av spade och jordsond. Proverna togs ca tio centimeter ner i rostjorden. Rullprov utfördes på materialet för att bedöma formbarheten. Skogshögskolans boniteringsbok användes för att bestämma texturklass (Hägglund, Lundmark, 2007). Proverna togs subjektivt efter vägsträckan i ytterkant av diket efter hela sträckan.

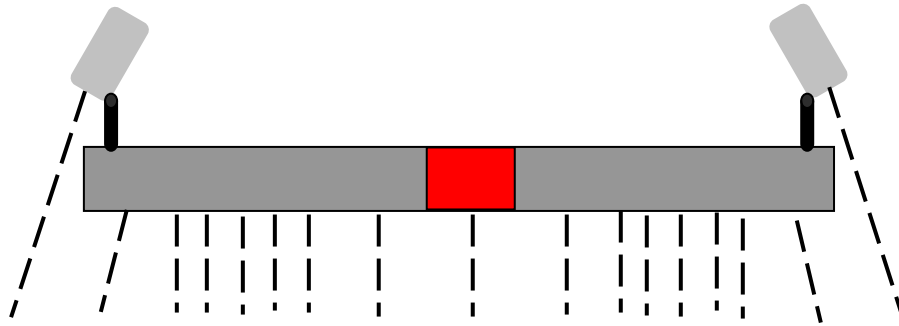
Profilographmätning

För att kunna mäta vägen på ett så objektivt och exakt sätt som möjligt, mättes den med hjälp av en profilographbil både före alla virkestransporter och efter att allt virke transporterats bort. Bilen mäter vägbaneytan med hjälp av laserteknik. Bilen ägs av konsultfirman Vectura och går dagligen i drift på Sveriges vägnät, bland annat åt Vägverket. Vägverket ställer hårda krav på precisionen från mätbilarna. Bilarna mäter bland annat spår djup, tvärfall, IRI och textur på vägarna. Vid t.ex. kvalitetskontroll av asfaltsarbeten får det mellan tre upprepade mätningar skilja: för IRI max 0,08 mm/m, för spår djup max 0,4 mm och för tvärfall max 0,25 procent (personlig kommunikation, Granlund, 2009).



Figur 3.2 Vecturas profilographbil

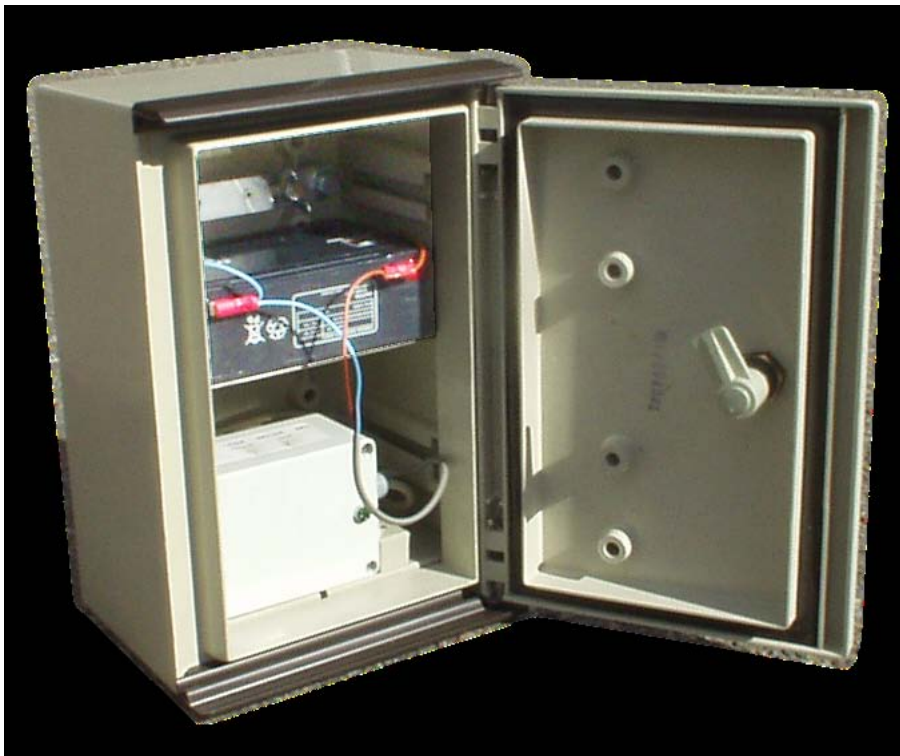
På profilographbilens kofångare sitter det en mätbalk monterad med 17 st. lasersensorer. Lasern är riktad ner mot körfältet och registrerar data från vägens struktur medan bilen rullar. Lasern kan mäta vägdata med en frekvens om minst 16 000 ggr/sek eller ca en gång per millimeter beroende på bilens hastighet och mätbalkens höjd relativt vägen. Bilen mäter en vägbredd på 3,2 meter när alla 17 sensorerna är aktiva. På mätbalken sitter även en tröghetsenhet, vilken har till uppgift att registrera mätbalkens lägesförändringar i olika riktningar under mätningarna. Därutöver mäts även bilens hastighet och körsträcka mycket noggrant genom mätningar på bilens vänstra odrivna hjul. Genom att kombinera data från laser, tröghetsenheten och längdmätningen fås en tredimensionell bild av vägens topografiska form (personlig kommunikation, Granlund, 2009).



Figur 3.3 Mätbalk med laserstålar (17 st) och en tröghetsenhet i mitten.

Radars

Trafikmängden under försöket mättes med radartechnik. Två skåp utrustade med radar, och med batterier med en täckningstid på två veckor, monterades upp efter vägen. En fästes på en telestolpe, den andra på en tall. Båda satt ca två meter från vägkant. De satt vinklade mot trafiken som kom från lastningsplatsen. En monterades på 30-sträckan, den andra på fria sträckan där förarna fick hålla egen hastighet efter vägens standard. De satt uppmonterade under tiden mellan profilographmätningarna. Radaranläggningarna registrerade bland annat medelhastighet, min- och maxhastighet, antal fordon, typ av fordon och trafikintensitet mm. Radarn registrerar data från vardera riktningen på trafiken, vilket gör att man även kan se hastigheten på fordonen som är på väg till lastningsplatsen.



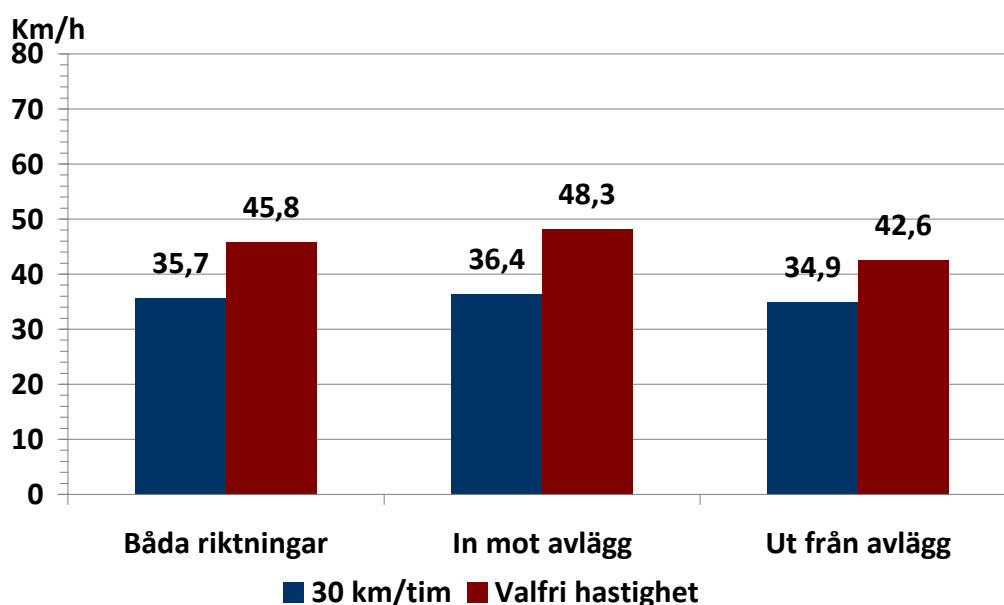
Figur 3.4 Bild på radarskåp med radar dosa samt ett batteri.

Radarn kan registrera hastigheter från 8 till 254 km/h och har en mätprecision för hastighet på ± 3 procent. För fordonslängd gäller ± 20 procent. Radarn har en minneskapacitet på ca 209 000 fordon (Skyltar & märken AB, 2009, länk B).

4. RESULTAT

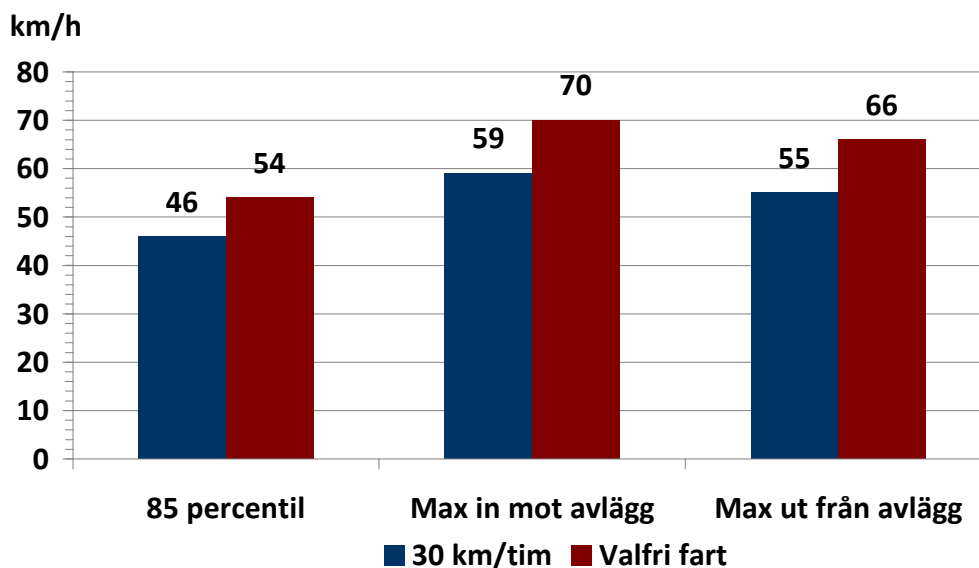
Hastighet

Resultaten från trafikmätningen på Ringvägen visar på att lastbilarna har försökt att hålla skyltad hastighet. Därmed finns också förutsättningar för att kunna jämföra sträckorna var för sig. Lastbilarna fraktade ut 5 018 m³f under försöket på sträckorna. På sträckan med 30 km/h har lastbilarna hållit en medelhastighet på 35,7 km/h och på den valfria sträckan en medelhastighet på 45,8 km/h.



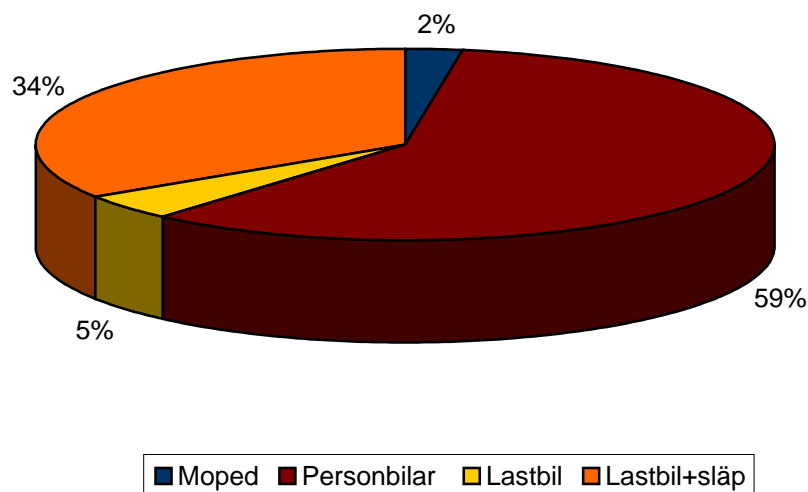
Figur 4.1 Medelhastighet på Ringvägen för lastbilar.

Om man tittar på maxhastigheter in mot lastningsplatsen så har den som åkt fortast kört 59 km/h på 30-sträckan och 70 km/h på det fria vägnittet. Ut från lastningsplatsen har hastigheterna i genomsnitt varit 55 km/h på 30-sträckan och 66 km/h på den fria. 85 procent av lastbilarna har kört 46 km/h eller långsammare på 30-sträckan och 54 km/h eller långsammare på det fria avsnittet.



Figur 4.2 Maxhastigheten för virkesbilarna på Ringvägen.

Totalt under hela testperioden, från 13 september till 5 oktober, har det passerat 677 fordon förbi radaranläggningarna. Av dessa 677 var 399 personbilar (59 %). Personbilarnas medelhastighet har varit 39,2 km/h på 30-sträckan och 44,3 km/h på den fria sträckan.



Figur 4.3 Olika fordonstyper i procent av de som passerat radar stationerna.

Marktextur efter Ringvägen

När provtagningarna av undergrundstexturen efter Ringvägen var utförd på de tre kilometrarna av vägen som skulle användas vid försöket fick jag fram att större delen av sträckan går på grusiga moränmarker. Den sista biten av sträckan in mot

avverkningsplatsen övergår dock materialet mot finare textur. Den delen är borttagen ur försöket och påverkar ej slutresultatet.

Väderförhållanden under försöket

Trots en regnig inledning av månaden, hamnade september 2009 på femte plats vad beträffar solskenstid (ca.180 timmar) av de septembermätningar som gjorts under sammanlagt 50 år. Den 14 september växte ett högtryck in över mellersta Sverige med temperaturer på över 20 grader. Detta ledde till att vägarna hann med att torka upp innan virkesbilarna började köra den 17 och 18 september. På dessa två dagar kördes ca 80 lass ut på vägen. Enstaka lågtryck passerade sedan under månaden. Mot slutet av månaden övergick vädret i kyligare temperaturer. Sista virket kördes ut den 2 oktober då cirka 35 lass transporterades bort.

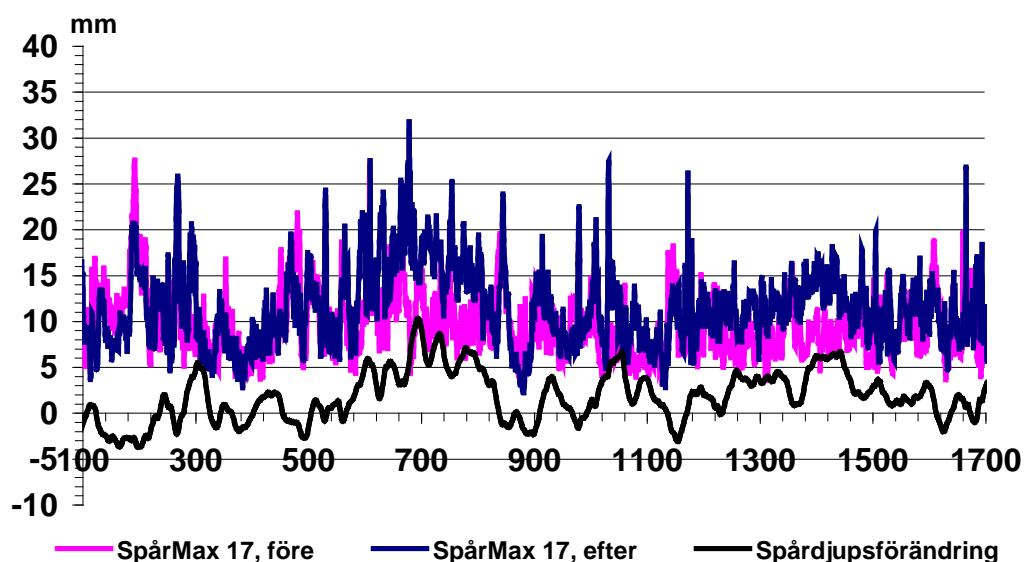
I början av månaden låg vattenföringen betydligt över normalt, i slutet av månaden var flödena åter nere på normala nivåer (SMHI, 2009, länk D).

Lasermätning av vägbana

Hur påverkas spårdjupet av olika hastigheter?

Samtliga värden på spårdjupsanalysen är gjord över mätbilens alla 17 lasrar, och med medelvärden på varje meter om inget annat anges.

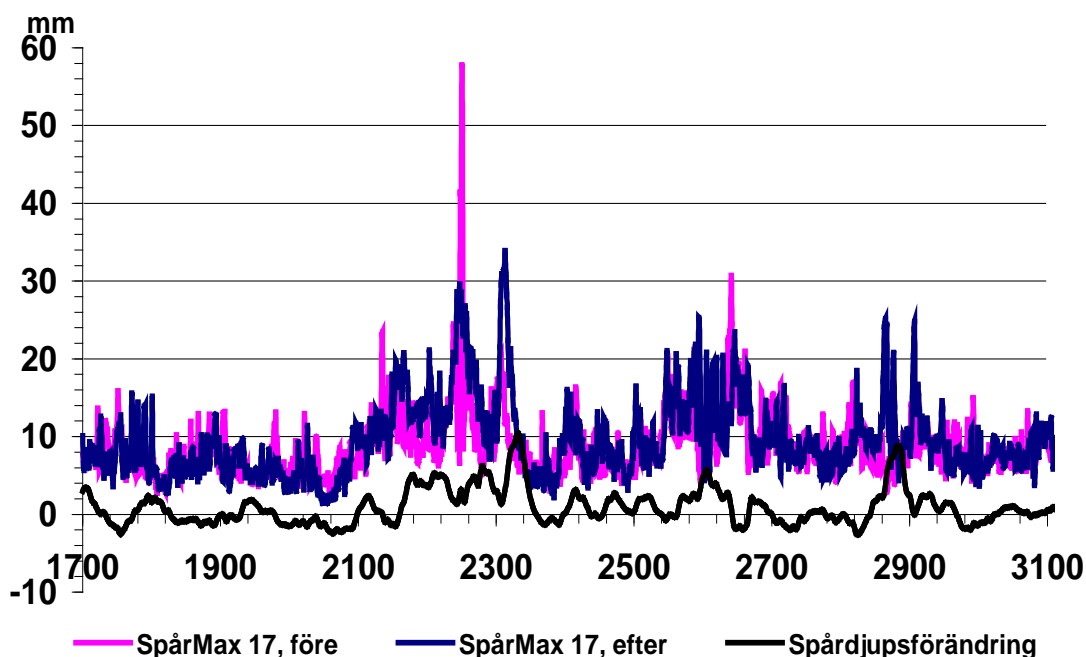
Fria sträckan var första sträckan som lastbilarna passerade efter att de hade lastat virke vid avlägget. Sträckans längd var 1 700 meter och gick förbi en myrkant (från ca 600 – 800 m) och några små surdrag. Dikena var i dåligt skick på vissa partier. Det maximala spårdjupet låg över denna sträcka före transport på 28 mm och hade efter att allt virke blivit borttransporterat ökat till 32 mm, vilket ger en max spårdjupsökning på 4 mm efter transport.



Figur 4.4 Spårdjupsförändring fria sträckan före och efter virkestransport, längd 1700 m.

Medelvärdet av spårdjupet låg på fria sträckan före transport på 9 mm, och när virkestransporterna var klara hade det ökat till 11 mm. Medelspårdjupet har alltså ökat med 2 mm på sträckan efter att virkestransporterna var klara.

30-sträckan låg direkt efter fria sträckan och mätte 1 400 meter. Sträckningen är något mer kuperad, har enstaka surdrag och diken är även här i behov av åtgärd på vissa partier. Max spårdjup låg på denna sträcka före transport på 58 mm (trolig skada, grop höger väggren efter 2 250 m), och hade efter att allt virke blivit borttransporterat minskat till 34 mm. Sträckan har alltså fått en max spårdjupsminskning med 24 mm.



Figur 4.5 Spårdjupsförändring 30-sträckan före och efter virkestransport, längd 1400 m.

Medelvärde av spårdjupet på 30-sträckan låg före transport på 9 mm, och har efter att virkesbilarna kört klart ökat till 10 mm. Medelspårdjupet steg alltså med 1 mm på 30-sträckan efter att virkestransporterna var klara.

Ser man på medelvärdena över **hela sträckan**, 3 100 m, utan att bry sig om hastighetsregleringen så ser värdena ut som följer. Spårdjupsmedelvärdet före transport låg då på 9 mm, och efter att virkesbilarna var klara hade det ökat till 10 mm.

Sammanfattning

Max spårdjupet ökade med 4 mm på fria sträckan efter virkestransporterna, medan max spårdjupet på 30-sträckan minskade med 24 mm.

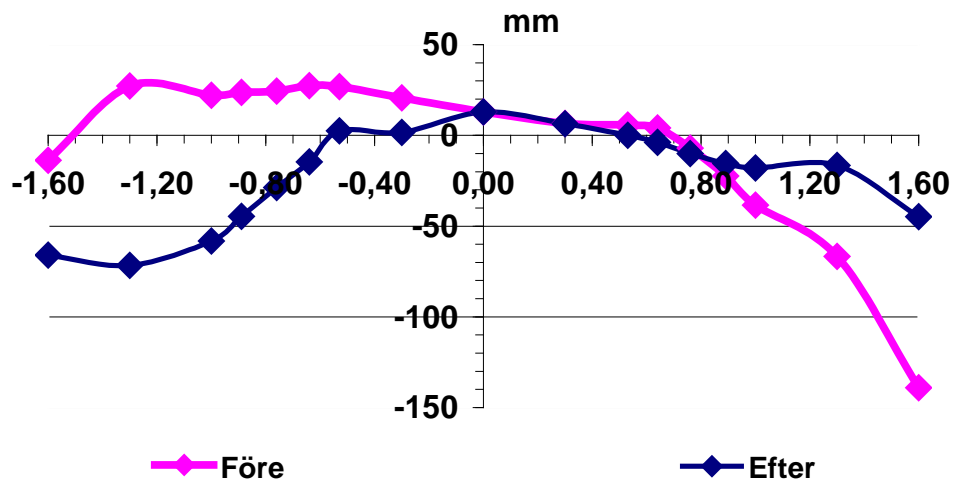
Medelspårdjupet på fria sträckan ökade med 2 mm, medan det på 30-sträckan ökade med 1 mm efter att virkestransporterna var klara.

Över hela sträckan på 3 100 m ökade medelspårdjupet med 1 mm efter att virkestransporterna var klara.

Resultat 15 lasrar

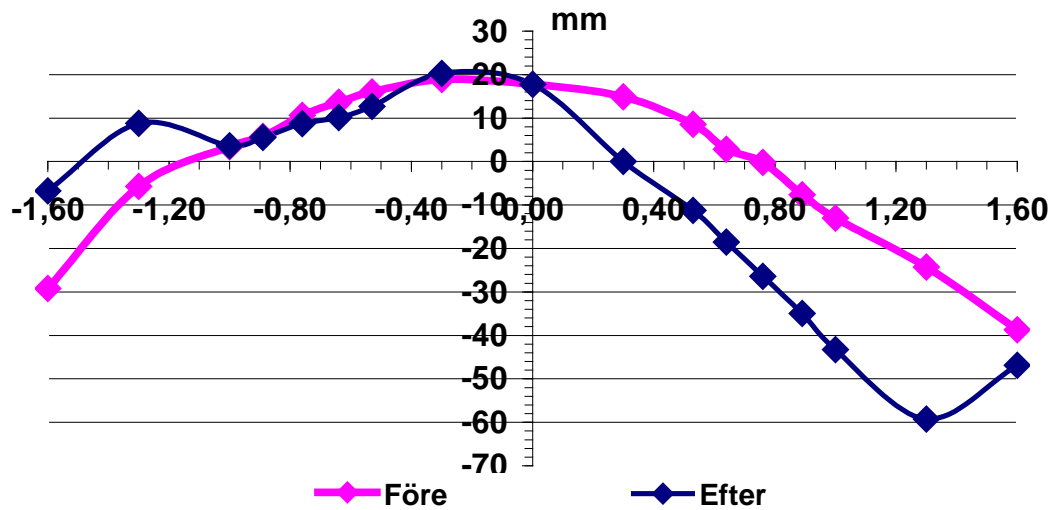
När jag granskade resultaten från 30-sträckan med minskad mätbredd blev max spårjupet 28 mm före virkestransporterna och 24 mm efter. Spårjupet minskade med 4 mm på sträckan efter virkestransporterna. Medelspårjupet var oförändrat efter transporterna.

Nedan följer några bilder av vägen i tvärprofil. Där kan man bland annat se hur vägens profil ändrar sig före och efter transporterna. Man kan också studera hur tvärfallet skiftar form. Efter 2 247 meter har vi max spårjupsvärde på 23 mm. Vägen syns i profil nedan.



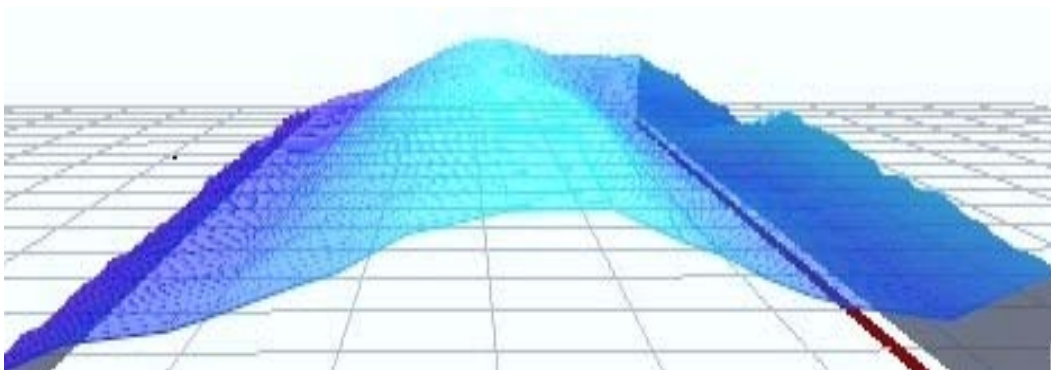
Figur 4.6 Tvärsektion efter 2 247m, från profilographbilens mitt och 1,6 meter åt vardera håll, körriktning från avlägg, 30-sträcka. Kurvorna visar situationen före och efter transporter.

Höger välgkant har en minskad deformation på ca 95 mm laser 17, medan vänster sida har en spårtillväxt med ca 100 mm vid laser 2. Kan vägen ha blivit justerad på denna del (laser 17) med exempelvis grusutfyllnad eller blivit skrapad?

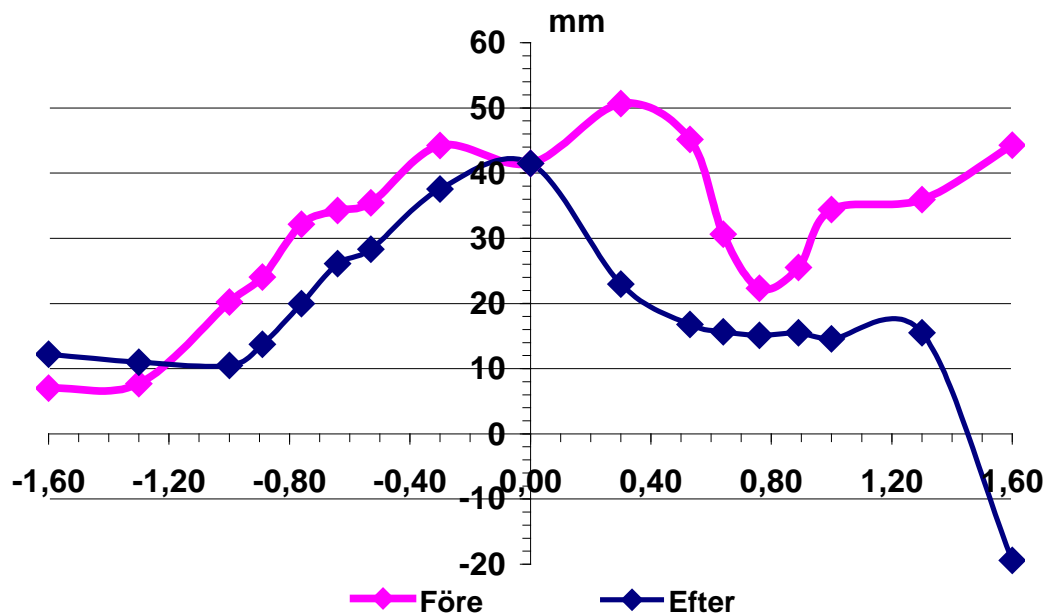


Figur 4.7 Tvärsektion efter 2 867m, 30-sträcka.

I figur 4.7 syns att höger sida fått spårbildning med 35 mm registrerad av laser 16 medan vägen har stigit med ca 14 mm på laser 2. Vattenavrinningen är därmed hindrad på höger vägren.

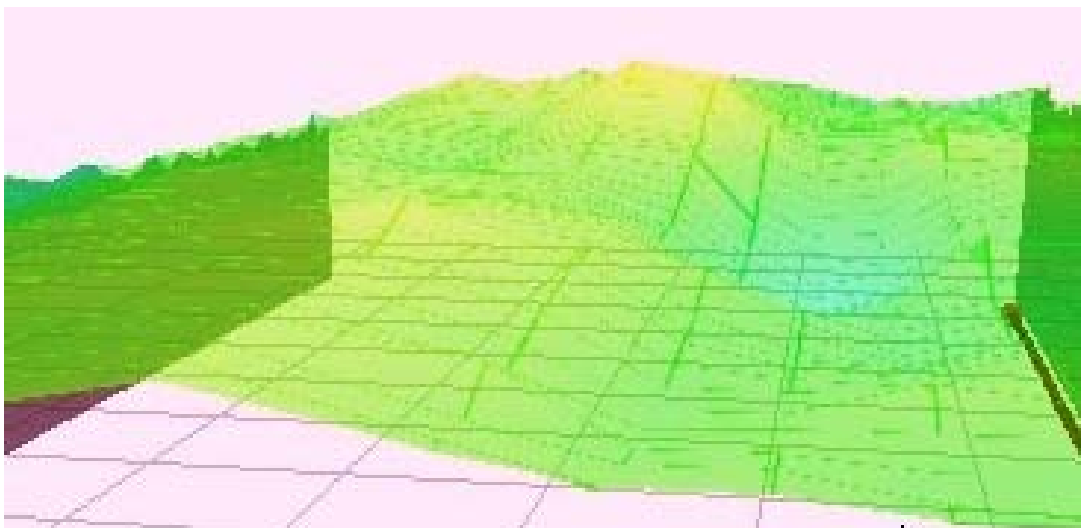


Figur 4.8 3-D bild av vägen efter 2 867 m (figur 4.7), efter virkestransport, fria sträckan.

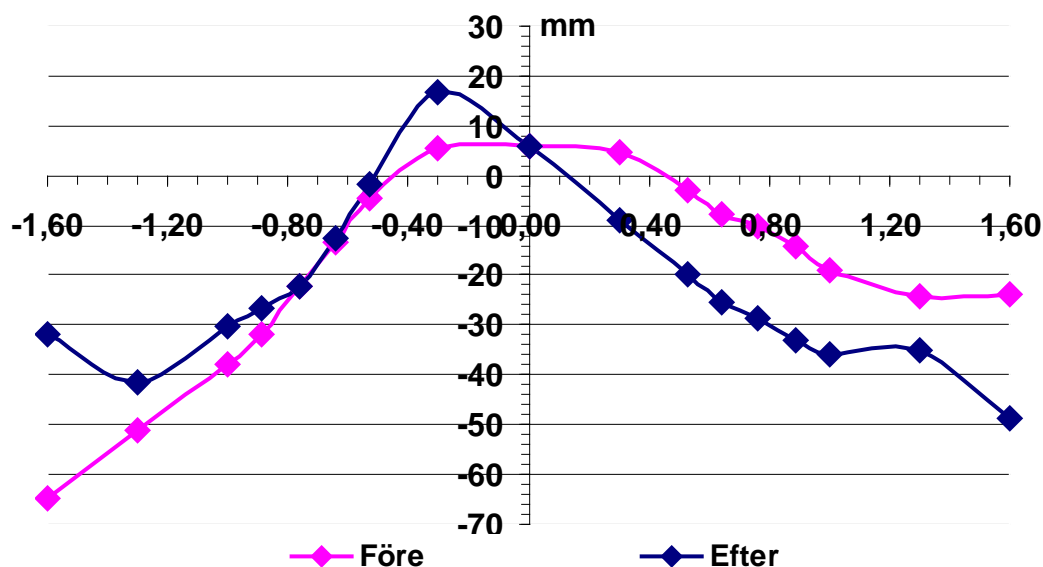


Figur 4.9 Tvärsektion efter 608m, från profilographbilens mitt och 1,6 meter åt vardera håll, fria sträckan.

Figur 4.9 visar på dåligt tvärfall före transport (nyhyvrad väg), ojämnheterna försvinner efter att lastbilarna har transporterat ut virket. Vissa tendenser till att vägen stiger på andra sidan finns.



Figur 4.10 3-D bild av vägen efter 608 m (figur 4.9) före virkestransporterna, fria sträckan.

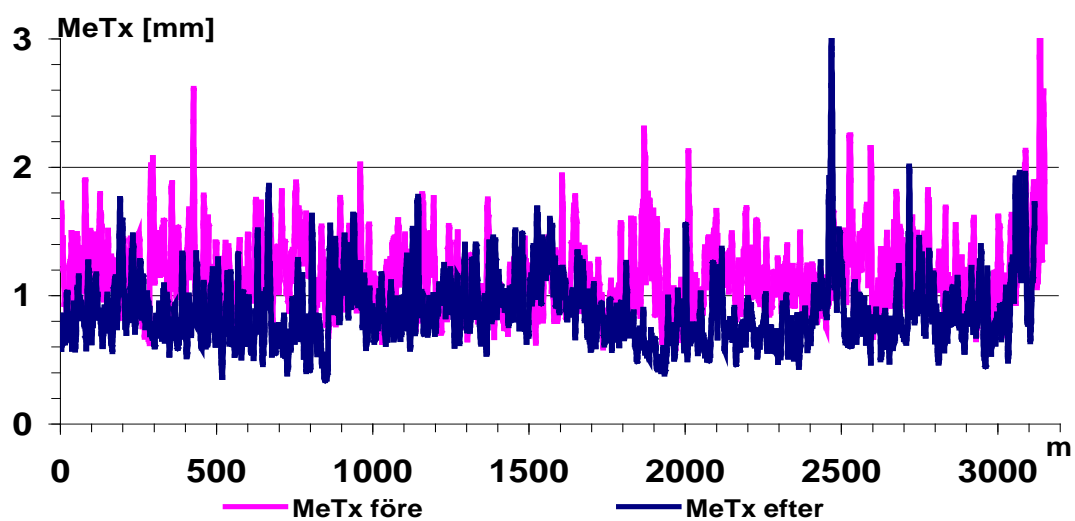


Figur 4.11 Tvärsektion efter 633m. Spårbildning höger sida med ca 15 mm, fria sträckan.

Spårbildning med cirka 15 mm höger sida, vägen har stigit på vänster sida och bildat ett vattenstopp.

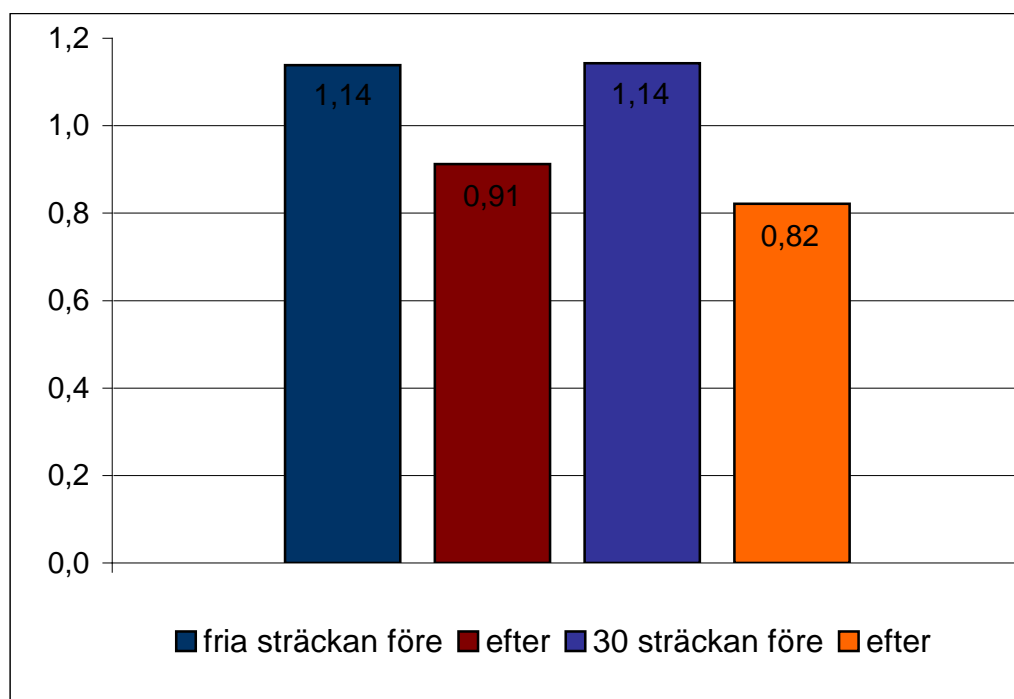
Megatextur

Megatextur är oönskade vägdefekter där ytskrovligheten är från 5 – 50 cm som gropar, påthål och andra ojämnheter. Megatexturen har mätts i vänster hjulspår. Vid granskning av diagrammen på megatexturen, så kan man se att texturen av vägen efter att transporterna är klara har sjunkit. De spikar som sticker upp i diagrammet, och som tyder på att något är onormalt, har minskat betydligt i antal efter transporterna. Det tyder på att vägbanan har blivit slätare efter virkestransporterna och att åkkomforten på vägen borde ha blivit bättre. På några ställen efter vägsträckan finns dock fortfarande ojämnheter kvar som kan leda till obehag vid trafikering, främst som vibrationer i ratt och smällande i stötdämpare. Medelvärdet av megatexturen över hela sträckan i vänster hjulspår, hamnar före transport på 1,15 mm och efter på 0,88 mm. Detta kan jämföras med en megatextur på asfalt som kan ligga på 0,2 mm medan gatsten kan ligga bortåt 5 – 6 mm.



Figur 4.12 Megatextur över hela sträckan.

Tittar man på medelvärdena för megatexturen på sträckorna var för sig, visar det sig att värdena blir lägre på 30-sträckan. Skillnaden är dock väldigt liten.



Figur 4.13 Medelvärden av megatexturen på sträckorna före och efter virkestransport i vänster hjulspår.

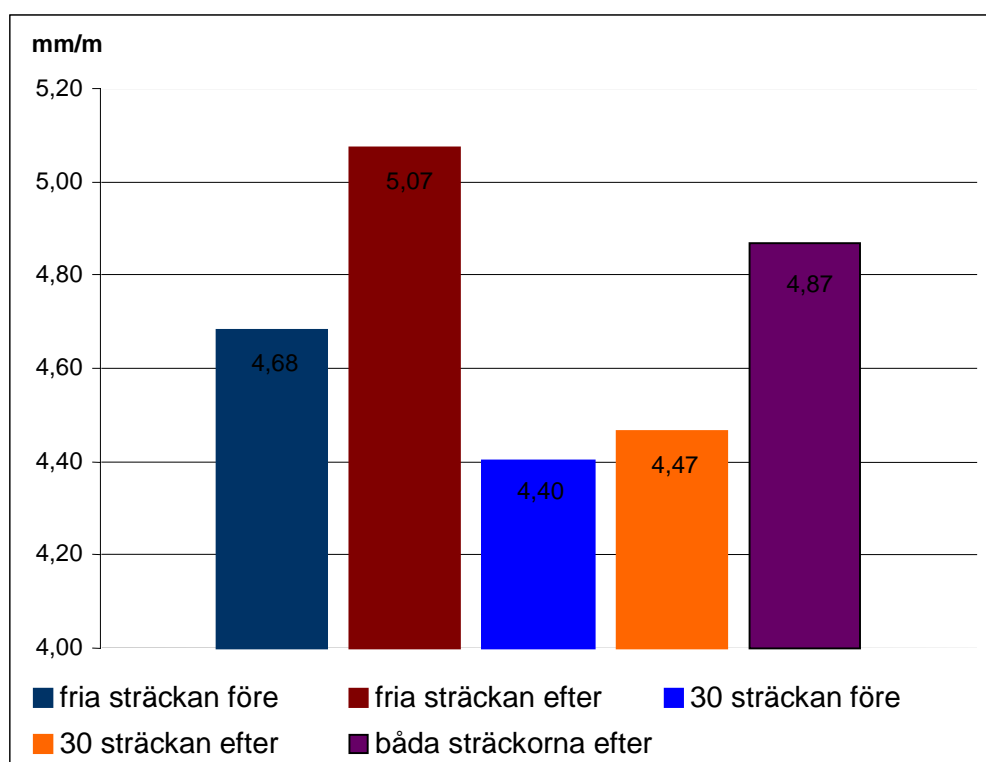
IRI

IRI är vägens långvågiga ojämnheter och mäts i mm/m. Samband mellan IRI och färdkvalitet i en lastbil som håller 75 km/h har tidigare visats i tabell 2.3.

Medelvärdet av IRI på Ringvägen över hela sträckan om 3 100 meter låg på 4,61 mm/m före virkestransporterna och på 4,87 mm/m efter transport. Detta ger en ökning på 0,26 mm/m över hela sträckan efter att virkestransporterna är klara. Om man jämför med tabell 2.3 så skulle detta leda till att åkkomforten i en lastbil som håller 75 km/h, ligger på ”mycket obehaglig” såväl före som efter transporterna.

IRI ökade med 0,07 mm/m på 30-sträckan från 4,40 till 4,47 mm/m. På den fria sträckan ökade IRI med 0,38 mm/m från 4,68 till 5,07 mm/m.

IRI har enligt testet ökat mer på fria sträckan, vilket kan tyda på att vägen får mera långvågiga skador av högre hastigheter.



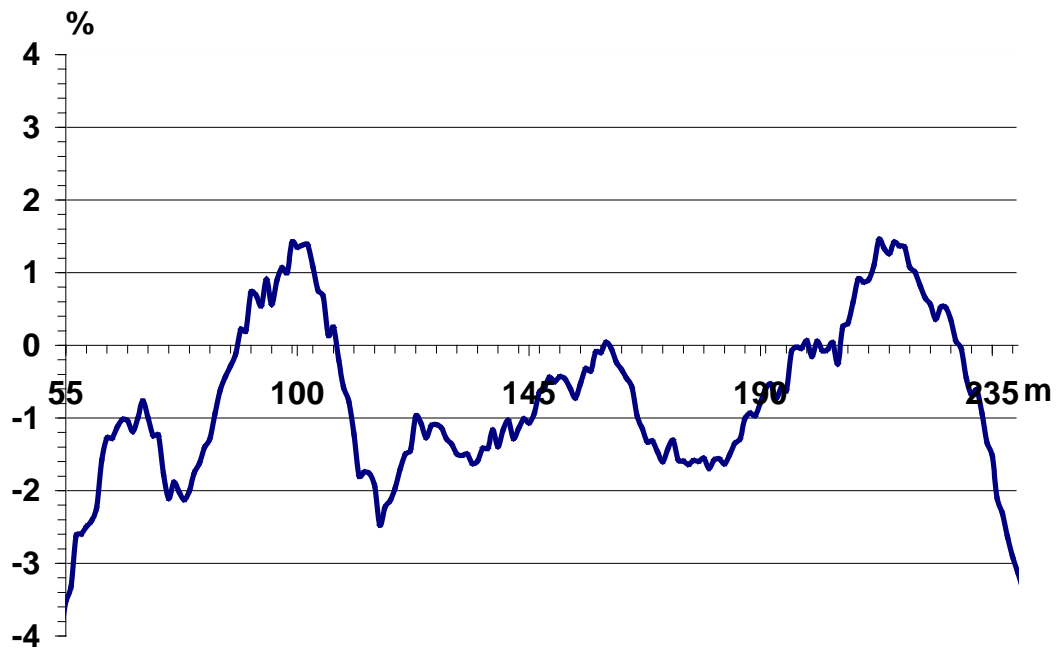
Figur 4.14 Glidande 5-meters medelvärden av IRI i vänster hjulspår.

Tvärfall

Tvärfallet (eller vägens lutning i sidled), styr till största del vattenavrinningen på grusvägarna. Vid dålig lutning kan detta göra att vägkroppen drar åt sig onödigt mycket vatten, vilket i sin tur kan ge skadeproblem. När man tittar på diagrammet över vägen, kan man se att det finns partier som kan leda till att vattnet inte leds bort från vägbanan på ett tillfredsställande sätt. Ett tvärfall (bombering) på mellan 3 och 5 procent är lämpligt på grusvägar för att få en tillfredsställande funktion (Alzubaidi, 1999).

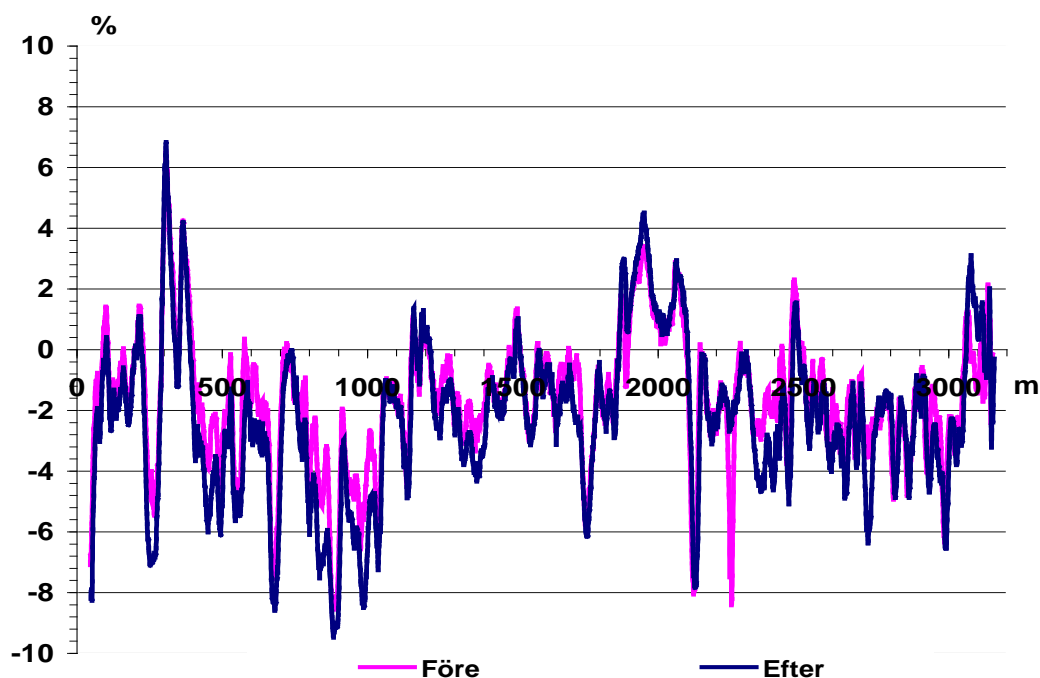
Resultatena på tvärfallsmätningarna är gjorda efter väghyvlingen och före att virkestransporterna började, om inget annat anges.

I figuren nedan kan man se att mellan 55 meter och 235 meter har inte tvärfallet varit över 2,5 procent och man kan misstänka att det finns risk för dålig vattenavrinning på detta område vid regnväder.



Figur 4.15 Tvärfalls kurva i procent, från 55 m till 235 m (fria sträckan). Två meters mätbredd från högra delen av körfältet riktning från avlägg före virkestransport.

Men det finns även vissa partier efter vägen som har en sådan kraftig lutning att de går över åtta procent både före och efter virkestransport. Detta kan leda till att lastbilarna istället får problem vid halt väglag med halkrisk i sidled som följd. Främst riskerar de att glida ned i diket, framför allt då vid låga hastigheter som exempelvis vid möten med personbilar eller vid start och stopp.



Figur 4.16 Tvärfalls kurva i procent över hela sträckan. Två meters mätbredd från högra delen av körfältet, riktning från avlägg, före och efter virkestransport, hela sträckan 3100 m.

Förändring tvärfall efter transport

Medelvärdet på vägens tvärfall (över 3 100 meter, två meters mätbredd, riktning från avlägg) låg före transport på 1,71 procent och efter att virkesbilarna var klara på 2,21 procent. Tvärfallet ökade alltså med 0,5 procentenheter på grund av virkestransporterna.

Jämför man sträckorna var för sig så ökade tvärfallet med 0,77 procentenheter på fria sträckan och 0,21 procentenheter på 30-sträckan (två meters mätbredd, riktning från avlägg).

Sammanfattning

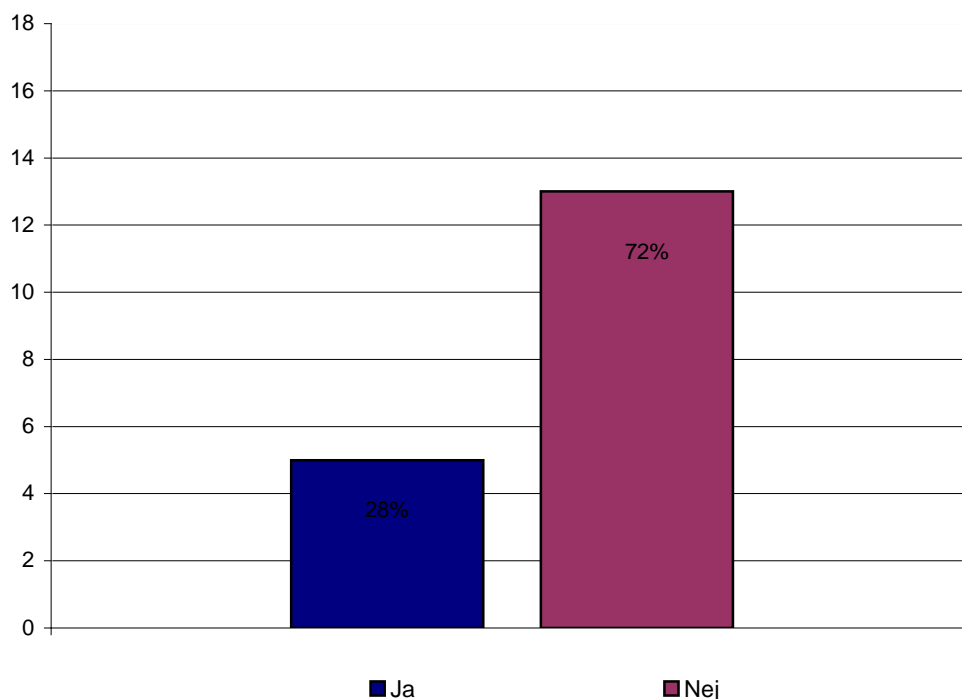
- Hastighetsdifferensen mellan sträckorna blev 10 km/h.
- Max spårdjupet steg på fria sträckan medans det på 30-sträckan sjönk.
- Medelspårdjupet steg med 2 mm på fria sträckan mot 1 mm på 30-sträckan.
- Megatexturen sjönk på båda sträckorna efter transporterna, dock något mera på 30-sträckan.
- IRI gav större värden på fria sträckan efter virkestransporterna där lastbilarnas hastigheter hade varit högre.
- Tvärfallsförändringarna blev större på fria sträckan efter transporterna.

5. RESULTAT AV ENKÄTUNDERSÖKNING

Lastbilschaufförerna som körde efter Ringvägen (18 stycken) fick även svara på en mindre enkätundersökning där de fick ange vad de anser om vägstandarden på grusvägar, vad en eventuell hastighetssänkning har för betydelse för dem och vad de skulle vilja ändra på beträffande skötsel och underhåll av vägar. Enkäten i sin helhet redovisas i bilaga 1.

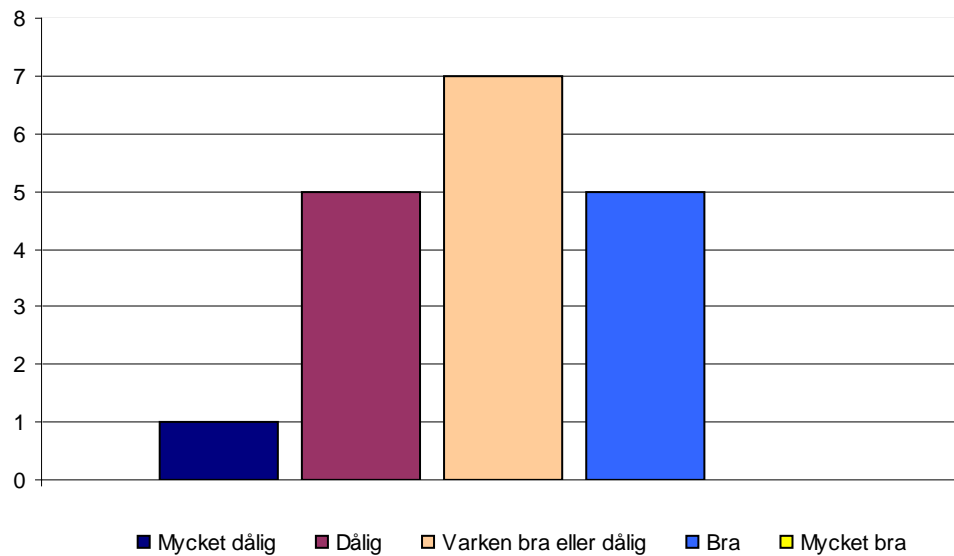
Vägstandard

Chaufförerna fick svara om de tycker att vägarna är dimensionerade för dagens virkestransporter. 13 stycken av 18 svarade nej på frågan (fråga 8).



Figur 5.1 Om skogsbilvägarna är dimensionerade för dagens virkestransporter, antal svar.

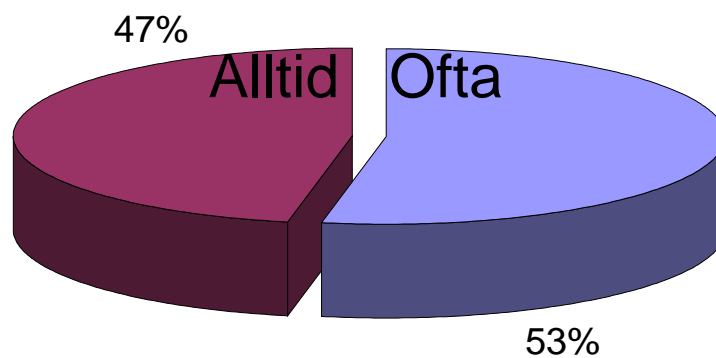
På frågan hur chaufförerna upplever att vägstandarden är på de större grusvägarna, så tyckte sex chaufförer att de är dåliga, fem att de är bra och sju stycken att de varken är bra eller dåliga (fråga 6).



Figur 5.2 Hur upplever du att vägstandarden är på de större grusvägarna.

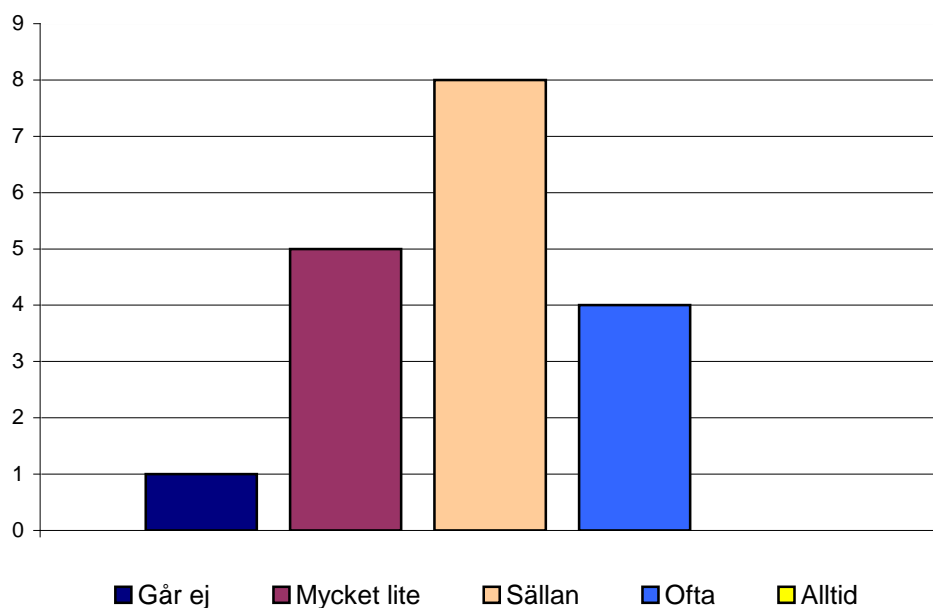
Körspårsval

Om de brukar variera körspår för att minska slitaget på skogsbilvägarna svarade nio stycken att de ofta varierar, åtta att de alltid varierar körspår en hade inte fyllt i. Ingen hade kryssat i aldrig, mycket sällan eller sällan (fråga 10).



Figur 5.3 Brukar du variera körspår för att minska slitage på skogsbilvägar.

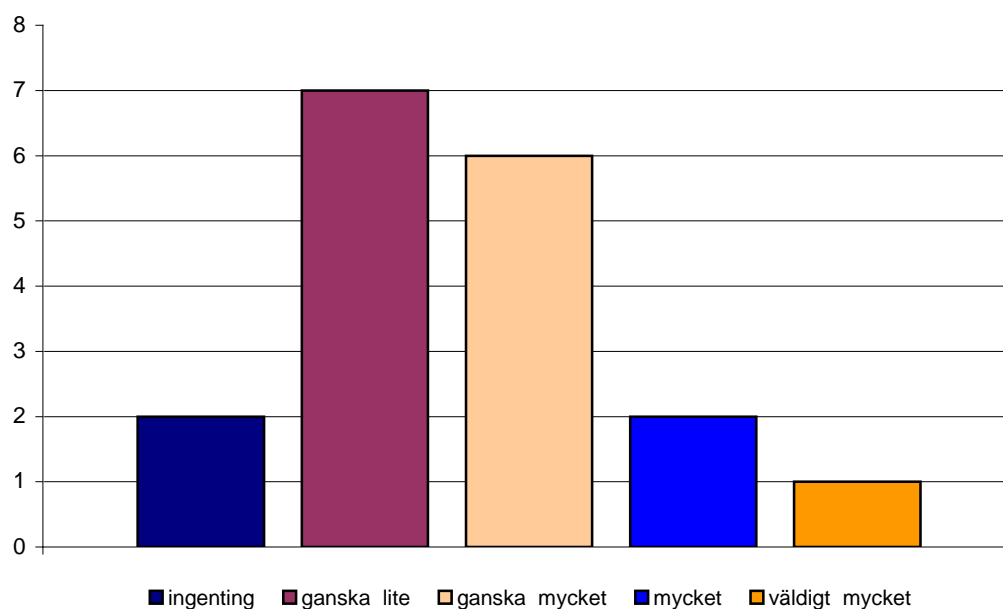
Figuren nedan är en uppföljning från föregående fråga. Den gäller om det är möjligt att med full last variera körspår, utan att tänja på säkerheten.



Figur 5.4 Är det möjligt att variera körspår utan att tänja på säkerheten (fråga 11).

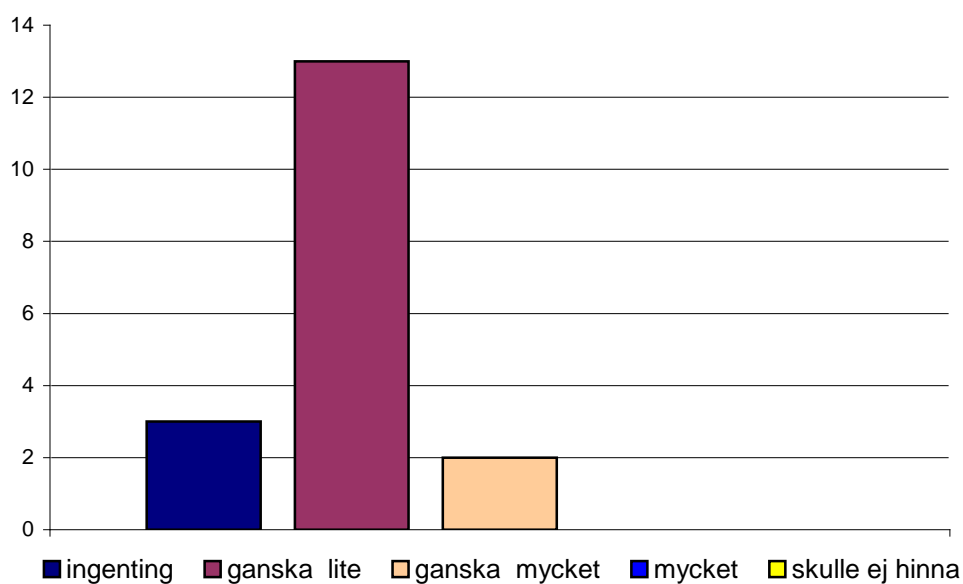
Hastighet

Det visade sig att hälften av chaufförerna trodde att det skulle betyda ganska *lite* för dem personligen, ergonomiskt, om hastigheten sänktes med 10 km/h efter grusvägarna. Medan andra halvan trodde att det skulle betyda ganska *mycket*.



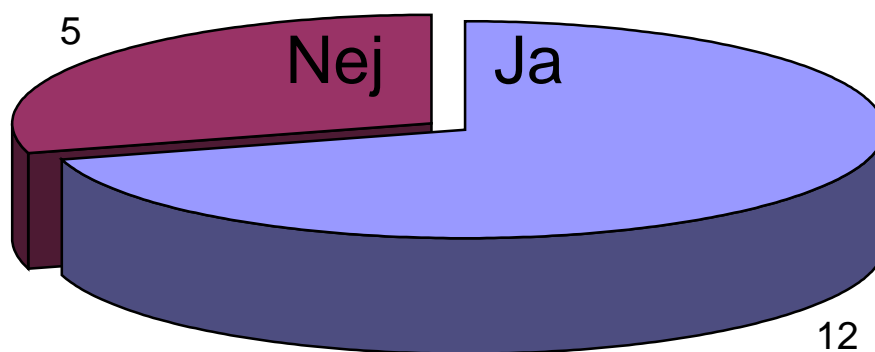
Figur 5.5 Vad skulle det betyda för dig kroppsligt, ergonomiskt om hastigheten på skogsbilvägarna sänktes med 10 km/h (fråga 13).

Intressant nog är de i stort överens om att det inte skulle påverka deras prestation allt för mycket på en arbetsdag om hastigheten sänktes med 10 km/h. Ingen hade kryssat i att de inte skulle hinna (fråga 14).



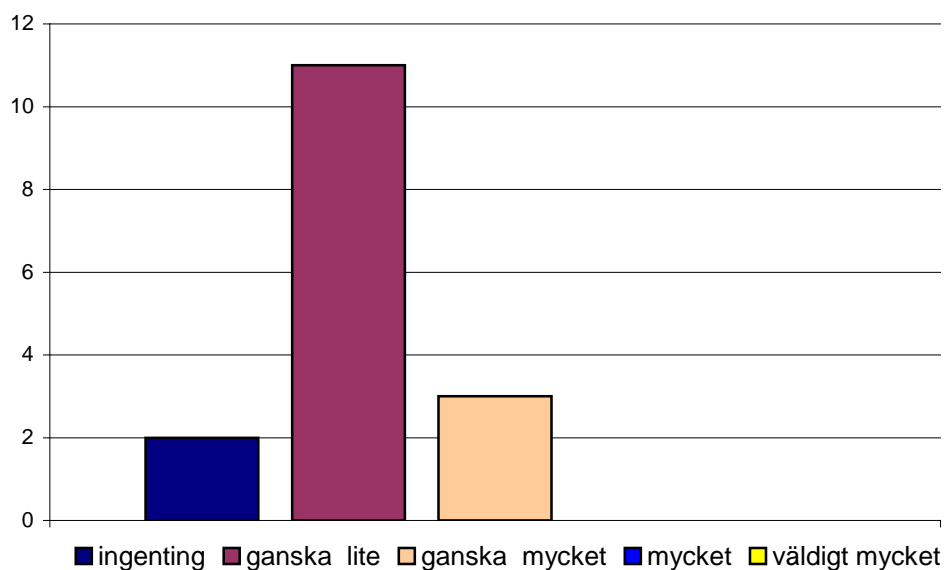
Figur 5.6 Vad tror du det skulle betyda tidsmässigt på en arbetsdag om hastigheterna på skogsbilvägarna sänktes med 10 km/h (fråga 14).

12 chaufförer (71 procent) tror att slitaget på grusvägarna skulle kunna minska om de körde långsammare efter vägarna.



Figur 5.7 Tror du att slitaget på grusvägarna kan minska om hastigheten på virkesbilarna hålls nere.

De flesta av chaufförerna svarade att de i liten grad hade påverkats i sin körstil av att det pågick mätningar efter vägen.



Figur 5.8 Hur mycket tror du att försöket med hastighetsregleringen efter Ringvägen påverkade ditt sätt att köra angående hastighet och spårval (fråga 15).

De hade även möjlighet att skriva ner egna reflektioner över vad de tycker och tänker om skogsbilvägarna, vad de skulle vilja åtgärda mm (fråga 16). Bland svaren märks följande.

- Hyvla oftare före körning.
- Kantröjning av vägar. Främst vid skarpa kurvor och korsningar.
- Fler mötesplatser och rejäla vändplatser vid nybyggnation av skogsbilvägar.
- Sandning vintertid innan olycka sker! Inte vänta och se om det går att köra.
- Uppsättning av skylt vid vägstart som talar om att det pågår virkestransport efter vägen. Skylten kan exempelvis grupplastaren ha med sig och placera ut vid sin ankomst.

6. DISKUSSION

Syftet med examensarbetet var att se om det blev någon skillnad i slitage av skogsbilvägen vid virkestransporter om man sänkte hastigheten på vägen. Det var också viktigt att försöka göra en objektiv bedömning av vägytemätningen, framförallt för att minimera graden av subjektiv bedömning. Att sedan få möjligheten att kunna få mätningarna utförda med hjälp av en profilographbil, som både utför mätningar med en exakthet på 100-dels millimeter och som dessutom är helt objektiv, kändes mycket tillfredställande.

En intressant fråga blir då hur det fungerar att utföra mätningar på grusvägar eftersom profilographbilarna så gott som dagligen jobbar med asfalterade vägar och är utformade för just det ändamålet. Svaret är att det visade sig fungera utmärkt. Nackdelen är dock att det inte finns lika mycket referenser innehållande tidigare utförda mätningar att jämföra med. Vilka värden som är rimliga för en grusväg beträffande IRI och textur mm blir därmed svåra att svara på. En dålig väg sliter både på kropp och maskin, och ytterst avgör ekonomiska faktorer var smärtröskeln går.

Hastighetsmätningen

Resultaten från radarmätningen på 30-sträckan visar att medelhastigheten för timmertransporterna där blev 35,7 km/h. Chaufförerna av lastbilarna har alltså anammat förutsättningarna med försöket och försökt att följa hastighetsskyltningen. Detta trots att transportarbetet utfördes i olika etapper.

På den fria delen, där de fick köra efter vägens normala förutsättningar, hamnade medelhastigheten på 46 km/h. Med tanke på försöket hade man kanske kunnat hoppas att den skulle ligga lite högre så att skillnaden mot 30-sträckan blev större. Det finns fast skyltning efter vägen som visar på 50 km/h och radarn var uppsatt på ett av de snabbaste partierna efter sträckan. Det kan tänkas att det fanns en viss återhållsamhet även på denna sträcka omedvetet hos chaufförerna.

Differensen mellan sträckorna beträffande medelhastighet blev 10 km/h.

Spårdjupsmätningen

Av resultaten från spårdjupsmätningen kan man konstatera att Ringvägen inte har haft några omedelbara problem att stå emot de virkestransporter som utfördes under försöket. Över hela sträckan (3 100 m) så ökade spårdjupsmedelvärdet med endast 1 mm efter att virkestransporterna var utförda.

Fria sträckan

Max spårdjupet ökade med 4 mm på fria sträckan efter att transportarbetet var klart, medan medelspårdjupet på fria sträckan ökade med 2 mm.

30-sträckan

På denna sträcka minskade max spårdjupet med hela 24 mm efter virkestransporterna från 58 mm till 34 mm. Trolig orsak till detta är att den yttersta lasern registrerat någon typ av defekt på väggrenen som grop eller spår. Jämför man med mätningarna gjorda med yttersta lasrarna släckta (15 lasrar) så

får man ett max spårdjup på sträckan före virkestransport på 28 mm och efter virkestransport på 24 mm, en minskning av spårdjupet med 4 mm. Medelvärdena på sträckan ökade med 1 mm efter att transporterna var klara, och låg oförändrade om man minskade mätbredden.

Vid beräkning av spårdjupsmedelvärdena så valde jag att räkna medelvärde på varje meter av sträckorna, främst för att det gav störst värden men också beroende på att grusvägarna kan skifta snabbt i vägkvalitet. Vägverket tar sina medelvärden efter de belagda vägarna med glidande intervaller om tjugo meter, och ibland ändå längre.

Slutsatser av spårdjupsmätningen

Granskar man då sträckorna mot varandra verkar det finnas signaler på att både max och medelspårdjupet tenderar att öka aningen mera på den fria sträckan där hastigheterna var något högre. På 30-sträckan ser det ut som om lastbilarna har lyckats klämma ihop vissa väggropar och hålla igen på spårdjupsbildningen. Eftersom max spårdjupet även har haft en tendens att minska efter virkestransporterna så ser det ut som hastighetssänkningen efter vägen har haft viss effekt.

Varför blev det då inte så kraftiga spårskador på vägen? Skulle skillnaden i spårdjup ha blivit större, om differensen i hastighet mellan sträckorna hade varit högre? Eller var det väderleken och vägens standard som var för bra? För att kunna ge ett bra svar skulle man behövt några flera sträckor och tester att jämföra med varandra.

Det troligaste är att det är en kombination av en väldigt bra väg, och gynnsamma väderförhållanden just när virkestransporterna utfördes som ger så små skillnader. Det man kan se när man granskar Ringvägens sträckor är att de platser som har gett mest utslag på diagrammen är de där det ofta också varit dåliga diken med stillastående vatten eller någon annan typ av surdrag bredvid vägen.

Megatextur och IRI

Megatextur har att göra med hur åkkomforten blir i fordonen för de som kör på vägen. Ju högre megatextur desto sämre åkkomfort. Megatexturen sjönk på Ringvägen efter att virkestransporterna var klara. Virkestransporterna skulle alltså kunna leda till bättre åkkomfort och mindre slitage både på lastbilar och på personbilar som trafikerar vägsträckan efter att timmerbilarna är klara. Megatexturen visade sig sjunka något mer på 30-sträckan än på sträckan med fri hastighet. Det är möjligt att vägens megatextur tar mer skada av högre hastigheter. Att megatexturen skall minska efter det att virkestransporterna är klara på de från början nyhyvlade grusvägarna känns ganska naturligt. Mycket beroende på den skrovliga yta som en nyhyvrad väg ger med lösa stenar, när sedan trafiken får packa dem så borde värdena sjunka.

IRI

Jag valde att tolka IRI mot den sambandstabell (se tabell 2.2) som jag fått från Vectura. Det är svårt att hitta lämpliga referenstabeller för IRI på grusvägar.

Många tabeller är bland annat gjorda på subjektiva mätningar. Vissa är gjorda utomlands med helt andra förutsättningar.

När man jämför IRI mellan sträckorna kan man se att värdena har ökat mera på den fria sträckan efter virkestransporterna. IRI har där ökat med 0,38 mm/m och med det hamnat över 5,0 mm/m på sträckan. Detta skulle innebära att de lastbilar som hade kört cirka 70 km/h som snabbast på vägen skulle ha upplevt färdkvaliteten som "mycket obehaglig". Detta skulle kunna indikera att de långvågiga rörelserna av vägen ökar med högre hastigheter, inte minst eftersom värdena inte alls steg lika mycket på 30-sträckan där de endast ökade med 0,07 mm/m.

Om detta skulle stämma, att IRI ökar med högre hastigheter, skulle det vara intressant att göra en studie på ett snabbare vägparti för att se var värdena ligger där, just med tanke på trafiksäkerhetsaspekterna. Vidare vore det intressant att utveckla ett referenssystem för IRI på skogsbilvägar.

Tvärfall

En av de viktigaste åtgärderna för att ha en livskraftig grusväg är att ha ett tvärfall (bombering) som är väl fungerande. Utan ett tvärfall som leder regn och vatten från snösmältningen bort från vägkroppen, skulle vägens funktionsduglighet snabbt ta skada.

Tvärfallet på Ringvägen var skiftande. Det låg både över och under de 3 till 5 procent som föreskrifterna rekommenderar lutningen att vara, för att vattenavrinningen skall vara funktionsduglig på grusvägar (Alzubaidi, 2009). Allvarligast kanske det är att det finns längre partier som inte ens kommer över två procent. Framför allt med tanke på att även dikena efter Ringvägen var i dåligt skick på vissa partier.

Tvärfallet ökade mer på den fria sträckan, trots vägens relativt goda förutsättningar ser det här ut som att vägens tvärfall ökar mera vid högre hastigheter 0,77 procent mot 0,21 procent på 30-sträckan.

Chaufförernas reflektioner

Vad beträffar vägstandarden så var det lika många chaufförer som tyckte att vägarna är bra som det var som tyckte att vägarna är dåliga. Däremot så upplevde 72 procent av chaufförerna att vägarna inte är dimensionerade för dagens transporter.

Alla chaufförer i undersökningen har fyllt i att de försöker att variera körspår för att minimera skador på vägarna åtminstone så ofta det går. De är också i stort överens om att det är svårt att variera körspår utan att säkerhetsrisken därmed ökar.

Chaufförerna upplever inget hinder med att de inte skulle hinna med sina transporter om hastigheten skulle sänkas på grusvägarna. Däremot så trodde 71 procent av chaufförerna att slitaget skulle minska på grusvägarna om

hastigheterna sänktes. Chaufförerna vill också se mera av väghyvling och buskröjning efter vägarna innan transportarbetet börjar.

Slutsatser av undersökningen

Resultaten av undersökningen kan kortfattat sammanfattas i följande punkter:

- Differensen på medelhastigheten mellan sträckorna blev 10 km/h.
- Medelspår djupet ökade med 2 mm på fria sträckan, mot 1 mm på 30-sträckan.
- Det blir en bättre megatextur på vägen efter virkestransporterna och värdet sjönk mer på 30-sträckan.
- IRI ökar mer på fria sträckan där hastigheterna var högre.
- Mätningen visade att tvärfallet efter vägen kan vara tveksamt redan innan virkestransport.
- Tvärfallet ökade mera på fria sträckan.
- Över 70 procent av de tillfrågade chaufförerna tycker inte att vägarna är dimensionerade för dagens virkestransporter.
- 90 procent av chaufförerna tror inte att sänkt hastighet skulle påverka deras arbetsdag särskilt mycket.
- Chaufförerna efterfrågade mer väghyvling och buskröjning innan transporterna börjar.

Det blev inte några större skillnader i spår djup mellan sträckorna. Om det har att göra med att hastighetsdifferensen är för liten, vägen är för bra, eller om det beror på torra väderleksförhållanden är svårt att säga

Det ser ut som om vägens kortvågiga textur (megatextur) inte tar skada av transporterna utan snarare gynnas av dem. Om sedan lastbilarna kan variera körspår och sprida ut transporterna över vägen och på så sätt minimera eventuell spår djupsbildning som förstör tvärfallet av vägen på så sätt skulle eventuell biltrafik kunna få en jämn och fin väg att köra på utan akuta åtgärdsbehov.

Tittar man på IRI-våglängder mellan 0,8 och 30 meter syns i figur 4.7, att värdena stiger med högre hastighet. IRI skall främst jämföras om man har snabbare grusvägar där slitage och olyckstillbud får större konsekvenser.

Vad beträffar tvärfall verkar det finnas möjligheter att följa upp och utvärdera dessa. Det ser ut att finnas vissa åtgärdsbehov efter vägen som uppbyggnad av bombering med hjälp av viss tilläggsgrusning samt restaurering av diken. Främst för att bibehålla vägens goda förutsättningar. Som det är nu så har vattnet problem att rinna av vägen på ett tillfredställande sätt, risken att vägen tar skada är stor på vissa partier.

Vidare studier

Vad beträffande vidare studier skulle jag rekommendera att se på en vägsträckning som går på ett mer finjordsmaterial, genom mera grandominerade marker för att se hur vägen ändrar sig vid dessa förhållanden. Man skulle även kunna ha flera olika sträckor att jämföra mellan för att lättare se olika samband i vägförändringarna.

Det skulle också vara intressant att titta på de vägsträckningar som har högre medelhastigheter. Särskilt skulle man då kunna beakta de mer säkerhetsmässiga aspekterna, där sambandet med IRI skulle bli en viktig faktor. Både på snabba grusvägar och på asfaltvägar. Med hjälp av profilographbil skulle man kunna få fram bra värden på dessa vägsträckningar.

Mycket av skadorna som blev efter vägen uppstod där det oftast var blött vid sidan av vägen, som vid myr, sumpkanter, bäck, vägtrummor och dikesöverfarter. Detta oftast i kombination med att dikenas funktion har upphört att fungera tillfredsställande. Följaktligen skulle jag rekommendera att man studerar vattenavrinningen av vägarna. Hur ser möjligheterna ut för vattnet att försvinna bort från vägområdet, både på vägen och vid sidan av vägen? Har vägarna generellt en bra bomberingsuppbyggnad, eller ligger vattnet kvar och förstör vägarna i onödan? Är hyvlingsresultaten tillfredsställande eller behövs mer uppföljning där?

7. SAMMANFATTNING

Syftet med examensarbetet var att undersöka om det finns några samband mellan hastighet och slitage på skogsbilvägar vid virkestransporter. På uppdrag av Stora Enso granskades transportererna från en av deras avverkningstrakter. Ett tre kilometer långt vägvagnsnitt i Nås i Dalarna valdes ut till försöket. Där pågick avverkning och 5 000 m³f skulle transporteras bort. Vägen delades upp i två sträckor. En sträcka skyltades upp för 30 km/h och på en annan delsträcka fick förarna köra som de brukar. Förarna informerades av grupplastaren att respektera 30-sträckan kontinuerligt. Radarstationer sattes upp för att registrera hastigheterna. Vägen mättes med profilographbil före och efter virkestransport. Spår djup, texturförändringar och tvärfall granskades. Lastbilschaufförerna fick även svara på en enkät om vardagliga problem de kan stöta på i sitt arbete.

För att mäta hastigheten på virkesbilarna användes två radarstationer som monterades upp vid sträckorna. Det skilde 10 km/h i medelhastighet mellan 30-sträckan och fria sträckan. På 30-sträckan var medelhastigheten 36 km/h. På den fria sträckan var den 46 km/h.

Resultat på fria sträckan efter virkestransporterna:

- Max spår djupet blev 32 mm.
- Medelvärde på IRI blev 5,07 mm/m och har därmed stigit med 0,39 mm/m mot hur det såg ut innan transport.
- Medelvärde av megatextur blev 0,91 mm, vilket innebär att det sjunkit med 0,23 mm mot hur det såg ut innan transport.
- Tvärfallet steg med 0,77 procent.

Resultat på 30-sträckan efter virkestransporterna:

- Maxspår djupet blev 34 mm.
- Medelvärde på IRI blev 4,47 mm/m och har därmed stigit med 0,07 mm/m mot hur det såg ut innan transport.
- Medelvärde av megatextur blev 0,82 mm vilket innebär att det har sjunkit med 0,32 mm mot hur det såg ut innan transport.
- Tvärfallet steg med 0,21 procent.

Resultatet av mätningen visade inte på några större differenser vad beträffar spår djup mellan sträckorna efter att allt virke var borttransporterat. Spår djupet var i stort sett oförändrat mellan sträckorna. En anledning till detta kan vara att under tiden som försöket pågick så kom det in ett högt tryck över landet som torkade upp vägarna. En annan avgörande förklaring kan vara att vägen var byggd på bra markförhållanden.

IRI-värdet blev något högre på den fria sträckan, vilket kan tyda på att vägen har svårare att stå emot de långvågiga rörelserna som uppstår vid högre hastigheter.

Megatexturen blev bättre efter virkestransporterna. Detta borde leda till behagligare komfort för personbilarna som trafikerar vägen, främst med tanke på att spår djupet inte blev så stort.

Tvärfallet på vägen låg både över och under rekommenderade 3 till 5 procents lutning. Detta kan behöva justeras på vissa partier för att bli tillfredställande. Framförallt för att behålla en livskraftig väg. Tvärfallet ökade även något mer på fria sträckan där hastigheterna var högre.

Lastbilschaufförerna angav i enkäten att de i liten grad hade varit påverkade av att försöket pågick. Enkäten visade även att chaufförerna inte tycker att skogsbilvägarna är dimensionerade för dagens virkestransporter. Att de ofta skiftar spårval för att minimera skador på vägen. Det skulle inte innebära några hinder för dem att hinna med sina arbetsuppgifter om hastigheten sänktes på grusvägarna. De svarade även att de helst ville ha mera hyvlade vägar innan de börjar sina transporter, samt att siktröjning efter vägarna framförallt i korsningar och tvära kurvor skulle kunna bli bättre.

De sammanfattande slutsatserna av arbetet är att det inte blev några stora förändringar på den undersökta vägen vad beträffar slitage och spår djup. Trolig orsak till detta kan vara att vägen är av bra standard, samt att väderförhållandena var goda under försöket. Men man kan dock ändå ana något högre värden på den fria sträckan, där hastigheterna har varit högre efter virkestransporterna. Undersökningen ger en indikation på att medelspår djupet, IRI och tvärfall verkar öka av högre hastigheter. Megatexturen däremot sjönk efter virkestransporterna både på den fria sträckan och på 30-sträckan. Det verkar som om sänkningen av hastigheten till 30 km/h har gett vissa positiva effekter gällande slitaget av vägen.

Utöver dessa slutsatser anser jag att det är viktigt att ta hänsyn till chaufförernas konkreta förslag till vägförbättringar. Detta för att på sikt kunna förbättra deras arbetsmiljö.

8. KÄLLFÖRTECKNING

Publikationer

Alzubaidi, Hozzein (1999): *Drift och underhåll av grusvägar*,
Linköping: Väg- och transportforskningsinstitutet, ISSN 0347-6049

Alzubaidi, Hozzein (2002): *Tillståndsbedömning av grusvägar*,
Linköping: Väg- och transportforskningsinstitutet, VTI särtryck 346

Andersson, Gert & Westlund, Karin (2008): *Vägstandardens inverkan på skogsnäringens transportarbete*, Skogforsk., ISSN 1404-305X

ATB VÄG (2005), Vägverkets publikation 2005:112

Hägglund, Björn & Lundmark, Jan-Erik (2007): *Bonitering definitioner och anvisningar*, Skogsstyrelsen, ISBN 978-91-88462-73-2

Skogforsk (1992), *Skogsbilvägar service- underhåll- upprustning*,
Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut, ISBN 91-7614-077-6

Internetdokumentation

Länk A:

Roadex (2009), *prisas i Bryssel*,

<http://www.vectura.se/sv/Om-Vectura/Nyheter/Projekt-fran-norr-prisades-i-Bryssel/>

Länk B:

Skyltar & Märken (2009), *Bruksanvisning-trafikmätning med radar*,

<http://www.skyltar.se>

Länk C:

SDC (2009), *Skogliga nationella-vägdatabasen*,

<http://www.virkesmatning.se/Admin/html/produkter/pdf/SNVDB.pdf>

Länk D:

SMHI, (2009), *väderstatestik*,

<http://www.smhi.se/klimatdata/manadens-vader/manadens-vader-sverige/september-2009-solig-eftersommar-1.7585>

Personliga meddelanden

Granlund, Johan, Vägingenjör, Vectura, Borlänge

Persson Martin, Stora Enso

9. BILAGA

ENKÄTUNDERSÖKNING SKOGSBILVÄGAR 2009

Hej mitt namn är Magnus Eriksson jag studerar just nu mitt tredje år på skogsmästarskolan i Skinnskatteberg. Denna enkätundersökning ingår som en del i mitt examensarbete som jag gör på uppdrag av Stora Enso. Under perioden 15 september till 3 oktober gjorde ni transporter från Stora Ensos avverkningar i Nås. Ni passerade på Ringvägen där jag hade gjort två försökssträckor. En som jag bett er att sänka hastigheten till 30 km/h, och på den andra fick ni köra som vanligt efter vägen normala förutsättningar. Enkäten är en del av detta.

Jag skulle bli mycket glad om ni ville fylla i denna undersökning. Enkäten är helt anonym inga namn behöver skrivas på.

Ett varmt tack för din hjälp!
Hälsningar Magnus Eriksson

OBS! Bedöm enkäten utifrån att ni kör på en större grusväg(huvudväg), inte sista stickaren in till vändplan.

1 ☐ MAN ☐ KVINNA

2 **Hur länge har du jobbat som timmerbils chaufför?**

☐ 0-2 ÅR ☐ 2-5 ÅR ☐ 5-10 ÅR ☐ 10- ÅR

3 **Hur många mil per år tillbringar du bakom ratten i timmerbilen?**

☐ 0-1500mil ☐ 1500-3000mil ☐ 3000-5000mil
☐ 5000-10000mil ☐ 10000- mil

4 **Tycker du att medtrafikanterna (bilar, lastbilar) på skogsbilvägarna håller för höga hastigheter?**

☐ JA ☐ NEJ

5 Känner du dig orolig för att ett olyckstillfälle ska uppstå med medtrafikanter pga höga hastigheter efter vägarna?

- ☐ ALDRIG ☐ MYCKET SÄLLAN ☐ SÄLLAN
☐ OFTA ☐ ALLTID

6 Hur upplever du att vägstandarden är på de större grusvägarna?

- ☐ MYCKET DÅLIG ☐ DÅLIG ☐ VARKEN BRA ELLER DÅLIG
☐ BRA ☐ MYCKET BRA

7 Upplever du att grusvägarna tar skada efter virkestransporterna?

- ☐ ALDRIG ☐ MYCKET SÄLLAN ☐ SÄLLAN
☐ OFTA ☐ ALLTID

8 Tycker du att skogsbilvägarna är dimensionerade för dagens virkestransporter?

- ☐ JA ☐ NEJ

9 Vad upplever du som besvärligast efter vägarna vid virkestransporter?

- ☐ BÄRIGHET ☐ DÅLIG VÄGBANA ☐ TRÅNGA
PASSAGER
☐ DÅLIG SIKT ☐ FEL DOSERADE KURVOR

Annat:

10 Brukar du variera körspår för att minska på slitaget på skogsbilvägarna?

- | | | |
|---------------------------------|--|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> ALDRIG | <input type="checkbox"/> MYCKET SÄLLAN | <input type="checkbox"/> SÄLLAN |
| <input type="checkbox"/> OFTA | <input type="checkbox"/> ALLTID | |

11 Är det möjligt att med full last variera körspår efter en (normal) skogsbilväg utan att tänja på säkerheten?

- | | | |
|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| <input type="checkbox"/> GÅR EJ | <input type="checkbox"/> MYCKET LITE | <input type="checkbox"/> SÄLLAN |
| <input type="checkbox"/> OFTA | <input type="checkbox"/> ALLTID | |

12 Tror du att slitaget på grusvägarna kan minska om hastigheten på virkesbilarna hålls nere?

- | | |
|-----------------------------|------------------------------|
| <input type="checkbox"/> JA | <input type="checkbox"/> NEJ |
|-----------------------------|------------------------------|

13 Vad tror du det skulle betyda för dig personligen kroppsligt, ergonomiskt om hastigheten på skogsbilvägarna sänktes med 10km/h?

- | | | |
|------------------------------------|---|--|
| <input type="checkbox"/> INGENTING | <input type="checkbox"/> GANSKA LITE | <input type="checkbox"/> GANSKA MYCKET |
| <input type="checkbox"/> MYCKET | <input type="checkbox"/> VÄLDIGT MYCKET | |

14 Vad tror du det skulle betyda för er tidsmässigt på en arbetsdag om hastigheterna på skogsbilvägarna sänktes med 10 km/h?

- | | | |
|------------------------------------|--|--|
| <input type="checkbox"/> INGENTING | <input type="checkbox"/> GANSKA LITE | <input type="checkbox"/> GANSKA MYCKET |
| <input type="checkbox"/> MYCKET | <input type="checkbox"/> SKULLE EJ HINNA | |

15 Hur mycket tror du att försöket (perioden 15 september till 3 oktober) med hastighetsregleringen efter ringvägen påverkade ditt sätt att köra angående hastighet och spårval?

☐ INGENTING

☐ GANSKA LITE

☐ GANSKA MYCKET

☐ MYCKET

☐ VÄLDIGT MYCKET

16 Skulle du vilja ändra på något vad gäller skötsel, underhåll, hastigheter och säkerhet på skogsbilvägarna utifrån din arbetssituation?

☐ JA

☐ NEJ

Om ja vad?.....
.....
.....
.....
.....
.....

Skriv gärna på raderna nedan om du har ytterligare information eller funderingar kring skogstransporter som du vill lyfta fram:

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Tack för din medverkan!